WUNDER DES MICROSCOPS
MALER. FEIERSTUNDEN
II Ser. Bd III

Empfehlenswerthe Kinder- und Jugendschriften

aus dem

Verlag von **Otto Spamer** in Leipzig

welche sich zu Festgeschenken für die Jugend aller Stände und jeden Alters insbesondere eignen.

I. Das illustrirte goldne Kinderbuch. I. Serie. I-XII. Band.

Mit mehr als 1700 Abbildungen, colorirten Bildern ꝛc.

Die Kritik hat sich einstimmig aufs Vortheilhafteste über dieses empfehlenswerthe tüchtige Kinder- und Familienbuch ausgesprochen, von welchem bis jetzt erschienen sind:

Band I. Der illustrirte Kinderfreund.

Erstes ABC-, Lese- und Denkbuch.

Die Kinderwelt mit ihren Freuden, die Menschen mit ihren Beschäftigungen, die Thiere und ihre Lebensweisen.

Mit **465 Abbildungen** u. colorirtem Titelblatt.

Band II. Der illustrirte Jugendfreund.

Schilderungen des Weltgebäudes und seiner Wunder; in Bildern aus der Natur, dem Leben der Menschen und der Thiere, der Vergangenheit und Gegenwart.

Mit **182 Abbildungen** und colorirtem Titelbild.

Bd. III. Das Buch wunderbarer Erfindungen

in Erzählungen für die reifere Jugend.

Mit **100 Abbildungen** und colorirten Bildern.

Bd. IV. Das Buch denkwürdiger Entdeckungen

auf dem Gebiete der Länder- u. Völkerkunde.

Mit **80 Abbildungen** und colorirten Bildern.

Band V. Das Buch der Arbeit I.

Wanderungen durch die Werkstätten des Gewerbfleißes; in Bildern aus den Beschäftigungen der Menschen.

Mit **90 Illustrationen** und colorirtem Titelbilde.

Band VI. Das Buch der Wunder I.

Wanderungen durch die Ruinen der Vergangenheit und die Riesenwerke der Gegenwart.

Mit **85 Illustrationen** und colorirtem Titelbilde.

Band VII. Das Buch der Thierwelt I.

Denkwürdige Erzählungen aus der Lebensweise, den Sitten und Gewohnheiten der Thiere.

Mit **120 Illustrationen** u. colorirtem Titelbilde.

Band VIII. Das Buch der Thierwelt II.

Jagd u. Fang der Thiere, ihre Wanderungen, ihre Zähmung und Zucht, sowie ihr Verhalten hierbei.

Mit **120 Abbildungen** und colorirtem Titelbilde.

Band IX. u. X. Das Buch der Welt.

Wanderungen nach Nord und Süd, Ost und West zu den Wohnplätzen der Bildung u. den Wohnstätten der Wildheit.

2 Bände. I. Die alte Welt. II. Die neue Welt.

Mit **gegen 200 Abbildungen** und colorirten Bildern.

Band XI. Das Buch der Arbeit II.

Wanderungen durch die Werkstätten des Gewerbfleißes. In Bildern aus den Beschäftigungen der Menschen.

Mit **80 Abbildungen** und einem colorirten Titelbilde.

In Vorbereitung:

Band XII. Das Buch der Wunder II.

Schilderungen der Schöpfungswunder des Festlandes.

Mit **100 Abbildungen** und colorirtem Titelbilde.

Jeder Band wird **einzeln** gegeben und kostet **elegant geheftet** 22½ Sgr.
In eleg. **colorirtem Umschlag cartonnirt** 25 Sgr. — In **prachtvollem engl. Einband** Thlr. 1.

II. Neue Jugend- und Hausbibliothek.

(Illustrirtes goldnes Kinderbuch. II. Serie.)

Band I. Das illustrirte Soldatenbuch.

Herausgegeben von Major **R. v. Berndt.**

Erlebnisse aus dem Soldatenleben im Kriege und Frieden. Den Erinnerungen zweier braver Veteranen nacherzählt.

Band II. Das illustrirte Seemannsbuch.

Herausgegeben von Major **R. v. Berndt.**

Fahrten und Abenteuer zur See im Krieg und Frieden. [illegible]theilungen über das Wissenswürdigste aus der Schifffahrtskunde und dem Seeleben.

[illegible] als 150 Abbildungen, Schlachten- u. Seebildern.

Elegant geheftet 1⅓ Thlr.
[illegible]. 1½ Thlr. — In eleg. engl. Einband 1⅔ Thlr.
[illegible]en könnten. Beide Bücher haben bei ihrem, vom Anfang [illegible]ern für jeden Leser ein hohes Interesse.

22102046647

Med
K4406

e Bücher für das Haus und die Familie

he sich besonders zu Festgeschenken eignen.

ube. (Festgeschenk für das erste Kindesalter.)

Zwei Bändchen in buntem Umschlag mit 260 Abbildungen.

1. Bändchen vom Lehrer L. Thomas: Unterweisungen einer Mutter durch Wort und Bild für brave Kinder, welche lesen lernen wollen. Mit 200 Bildern. 15 Sgr.

2. Bändchen vom Cantor F. A. Glaß: Kleine Erzählungen, Gedichte und Verschen. Mit 60 Bildern. 20 Sgr. — Dieses allerliebste, reich mit Bildern aller Art ausgestattete Büchlein wird [illegible] wegen überall ein Lieblingsbuch der lieben Jugend werden, und mag jedem Familienkreise, allen Kinder[illegible] Gewissen auf's Wärmste empfohlen sein.

Alphabetischer Thiergarten auch das „rothe" Thierbuch genannt.

Ein naturhistorisches Kinderbuch für die Jugend. [illegible] Abbildungen von Thieren.
Mit den Thiernamen in 11 Sprachen und erklärendem Texte von Dr. A. B. Reichenbach.

In prachtvollem Umschlage. { Schwarze Ausgabe Preis 12½ Sgr.
Colorirte Ausgabe Preis 25 Sgr.

Dieses wegen seines prachtvoll rothen Umschlags unter dem [illegible] das rothe [illegible] gewordene höchst lehrreiche Buch kann Eltern am besten durch die Einladung empfohlen werden, dasselbe in der [illegible] zu nehmen.

Zoological Museum.

The Gems of natural History for Boys and Girls. 29 Representations of animals, with their names in 11 languages.
4. 16 Seiten. In buntem Umschlag.
Eleg. cart. Schwarz. 15 Sgr. Fein color. 25 Sgr.

Le Monde animal.

Scènes de la vie des animaux pour la jeunesse de tout âge. 16 planches, cont. 29 espèces d'animaux avec leur dénomination en 11 langues.
4. 16 Seiten. In buntem Umschlag.
Eleg. [illegible] Schwarz: 15 Sgr. Fein color.: 25 Sgr.

Das Buch der Geologie oder die Wunder der Erdrinde.

Naturgeschichte der Erde in populairer Darstellung für alle Freunde dieser Wissenschaft und mit besonderer Berücksichtigung der Jugend und des Volkes bearbeitet von einem alten Geologen.
Durchgesehen und mit einer Einleitung von
C. C. Ritter v. Leonhard,
Großherzogl. Bad. Geh. Rath u. [illegible] zu Heidelberg.
Mit 18 Buntdrucktafeln und 170 in den Text eingedruckten Abbildungen. — Geheftet 2 Thlr.

Die Wunder des Mikroskops oder die Welt im kleinsten Raume.

Für Freunde der Natur und mit Berücksichtigung der Jugend.
Von Professor Dr. Mor. Willkomm.
Ein Band mit vielen hundert Abbildungen, einem Titelbilde, Frontispice ꝛc.
Preis Thlr. 1½.

Die Schule des Zeichners. (Neues illustrirtes Zeichnenbuch.)

Zum Selbstunterricht, sowie für Schulen. Mit mehr als 300 meisterhaften Illustrationen. — Inhalt.
I. Erste Anfangsgründe. II. Einfache Körper. III. Von der Beleuchtung (Schattiren). IV. Raumzeichnen und Ornamente. V. Landschaftszeichnen. VI. Figurenzeichnen. VII. Thierzeichnen. VIII. Perspective. IX. Die Lehre vom Licht und Schatten. X. Die Cavalier- oder Parallelperspective und das geometrische Zeichnen. XI. Der Holzschnitt. XII. Der Kupferstich. XIII. Die Lithographie. XIV. Die Glyphographie. XV. Die Anamorphosen.
Unterricht für Alle, welche zeichnen lernen wollen, insbesondere aber für Gewerbe- und Sonntagsschulen. — Preis 1 Thlr.

Das Buch der Hausfrau. Herausgegeben von Dr. H. Berndt.

Zur Verbreitung häuslichen Wohlstands und Comforts. Mit 170 in den Text gedruckten Abbildungen. enthaltend auf 430 Seiten mehr als 800 gemeinnützige, sorgfältig ausgewählte größere und kleinere Mittheilungen über Hauswesen im Allgemeinen, insbesondere über:
I. Die Wohnung im Allgemeinen. II. Die einzelnen Theile der Wohnung. III. Der Garten. IV. Das häusliche Rechnungswesen. Die häusliche Feuerordnung. Die Gründung, Erhaltung u. Vermehrung häuslichen Wohlstandes.
Ein Band. Zweite durchgesehene Auflage. 28 Bogen. In eleg. buntem Umschlage cartonnirt.
Preis Thlr. 1½.

Verlag von Otto Spamer in Leipzig.

Leipzig. Druck von Giesecke & Devrient.

Inhaltsübersicht der bis jetzt erschienenen Abtheilungen und Bände der

Malerischen Feierstunden.

Illustrirte Volks- und Familien-Bibliothek

zur Verbreitung nützlicher Kenntnisse.

In zwanglosen Bänden, mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen.

Erste Serie: Volksbücher.

Erster Band: **Das Buch der Erfindungen.** Geschrieben von Louis Thomas, Lehrer an der III. Bürgerschule zu Leipzig, und Dr. L. Bergmann, Architekt und Civilingenieur zu Leipzig. Zweite vermehrte und gänzlich umgearbeitete Auflage mit 125 Abbildungen und einem Titelbilde. Eleg. broch. 17½ Sgr. = 1 fl. 12 kr. C. M.

Zweiter Band: **Das Buch der Arbeit. I.** Wanderungen durch die Werkstätten des Gewerbfleißes. In Bildern aus den Beschäftigungen der Menschen. Herausgegeben von Dr. L. Bergmann. Mit 85 in den Text gedruckten Abbildungen und einem Titelbilde. Eleg. broch. 15 Sgr. = 1 fl. C. M.

Dritter Band: **Das Buch der Welt. I.** Wanderungen durch die Ruinen der Vergangenheit und die Riesenwerke der Gegenwart. Herausgegeben von Louis Thomas, Lehrer ꝛc. Mit 85 in den Text gedruckten Abbildungen und einem Titelbilde. Eleg. broch. 17½ Sgr. = 1 fl. 12 kr. C. M.

Vierter Band: **Das Buch der Arbeit. II.** Wanderungen durch die Werkstätten des Gewerbfleißes. In Bildern aus den Beschäftigungen der Menschen. Herausgegeben von Dr. L. Bergmann und U. Schwarzwäller. Mit 100 in den Text gedruckten Abbildungen und einem Titelbilde. Eleg. broch. 15 Sgr. = 1 fl. C. M.

Fünfter und sechster Band: **Das Buch der Welt. II.** Erste und zweite Abtheilung. Wanderungen nach Nord und Süd, Ost und West, zu den Wohnstätten der Gesittung und den Bewohnern der Wildniß. Erste Abtheilung: „Die alte Welt." Herausgegeben von Friedrich Körner. — Zweite Abtheilung: „Gesittetes und wildes Leben der neuen Welt." Herausgegeben von Dr. Julius Moritz. Mit 200 Abbildungen, vielen Tondruckbildern ꝛc. Eleg. broch. 1⅓ Thlr. = 2 fl. 30 kr. C. M.

Siebenter Band: **Das Buch der Welt. III.** Dritte Abtheilung. Schilderungen der Schöpfungswunder des Festlandes. Herausgegeben von Louis Thomas, Lehrer ꝛc. Mit 100 in den Text gedruckten Abbildungen und einem Titelbilde. Eleg. broch. 20 Sgr. = 1 fl. 18 kr. C. M.

Zweite Serie: Populaire Lehrbücher.

Erster und zweiter Band: **Das Buch der Geologie** oder die Wunder der Erdrinde und der Urwelt. Naturgeschichte der Erde in allgemein verständlicher Darstellung für alle Freunde dieser Wissenschaft, mit besonderer Berücksichtigung der Jugend, bearbeitet von einem alten Geologen. Durchgesehen und von einer Einleitung begleitet von C. C. Ritter v. Leonhard, Großh. Bad. Geh. Rath und Professor ꝛc. Zwei Theile. Mit 18 Buntdrucktafeln und 163 in den Text eingedruckten Abbildungen. Preis 2 Thlr. = 3 fl. 36 kr. In eleg. engl. Einband 2½ Thlr. = 4 fl. 30 kr.

Dritter Band: **Die Wunder des Mikroskops** oder die Welt im kleinsten Raume. Für Freunde der Natur und mit Berücksichtigung der Jugend herausgegeben von Prof. Dr. Willkomm. Mit circa 1000 Abbildungen, einem prachtvollen Frontispice, Titelbild ꝛc. Broch. 1 Thlr. = 1 fl. 48 kr. In engl. Einbd. 1⅓ Thlr. = 2 fl. 24 kr.

Dritte Serie: Praktische Handbücher.

Erster Band: **Die Schule des Zeichners.** Praktische Methode zur Erlernung des Zeichnens. Zum Selbstunterricht, sowie für Schulen. Herausgegeben von Dr. L. Bergmann. Mit mehr als 300 Abbildungen als Vorlegeblätter und zur Veranschaulichung. Eleg. geb. 1 Thlr. = 1 fl. 48 kr. In engl. Einbd. 1⅓ Thlr. = 2 fl. 24 kr.

Inhalt: I. Erste Anfangsgründe. II. Einfache Körper. III. Von der Beleuchtung (Schattiren). IV. Blumenzeichnen und Ornamente. V. Landschaftszeichnen. VI. Figurenzeichnen. VII. Thierzeichnen. VIII. Perspektive. IX. Die Lehre von Licht und Schatten. — Anhang: Die Schule des Holzschneiders, des Kupfer- u. Stahlstechers, des Lithographen, der Glyphographie und Galvanoplastik.

Leipzig, Druck von Giesecke & Devrient.

Die

Wunder des Mikroskops

oder

die Welt im kleinsten Raume.

Malerische

Feierstunden.

Illustrirte

Familien- und Volks-Bibliothek

zur

Verbreitung nützlicher Kenntnisse.

Zweite Serie:

Populäre Lehrbücher.

Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen, Buntdrucktafeln ꝛc.

Dritter Band:

Die Wunder des Mikroskops.

Von

Professor Dr. M. Willkomm.

Leipzig.

Verlag von Otto Spamer.

1856.

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b28127031

Leipzig, Druck von Giesecke & Devrient

DIE WUNDER DES MICROSCOPS

Von

PROF. DR. M. WILLKOMM.

LEIPZIG
OTTO SPAMER

Malerische Feierstunden, II. Serie 3. Band.

Die

Wunder des Mikroskops

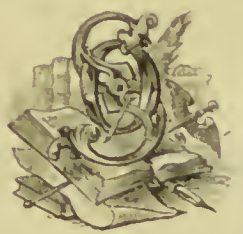
oder

die Welt im kleinsten Raume.

Für Freunde der Natur und mit Berücksichtigung der Jugend bearbeitet

von

Dr. Moritz Willkomm,
Professor an der Universität zu Leipzig



Mit über 1000 in den Text gedruckten Darstellungen
auf 145 Illustrationen, einem Titelbilde, Frontispice u. s. w.

Leipzig.
Verlag von Otto Spamer.

1856.

C793 S11.

Leipzig,
Druck von Gieſecke & Devrient.

WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY
Coll. wellOmec
C II
No. QH

Vorwort.

Die günstige Aufnahme, welche die bisher erschienenen, ebenso durch gediegenen Inhalt als durch schöne Ausstattung und ungewöhnliche Billigkeit ausgezeichneten Theile der „Illustrirten Volks- und Familienbibliothek" überall fanden, veranlaßte den Herrn Verleger dieses verdienstlichen encyclopädischen Werkes schon vor längerer Zeit, dasselbe mit einer neuen Serie populärer Schriften zu bereichern. Während nämlich die früheren Theile ausschließlich die Verbreitung von Kenntnissen, wie sie das praktische Leben erheischt, zum Zwecke hatten, sollte die neue Serie eine minder materielle Tendenz verfolgen: sie sollte der Förderung allgemein humanistischer Bildung gewidmet sein. Demgemäß beschloß der Herr Verleger, in einer neuen Reihe von billigen populären Schriften das Interessanteste und Wissenswertheste aus allen Gebieten der Naturkunde in anziehenden und allgemein verständlichen Schilderungen und erläutert durch gute Abbildungen dem großen Publicum vorzulegen, und auf diese Weise auch den Unbemitteltsten die Gelegenheit zu verschaffen, sich mit der Heimath des Menschen, mit der Natur, bekannt und vertraut zu machen. So entstand das bereits erschienene „Buch der Geologie", und dieselbe Tendenz liegt auch den „Wundern des Mikroskops" zu Grunde, deren Bearbeitung ich auf den besondern Wunsch des Herrn Verlegers übernommen habe. Ueberzeugt, daß nichts in der den Menschen umgebenden Natur so geeignet sei, ihn mit Bewunderung und Liebe gegen die Natur zu erfüllen, als wie die unmittelbare Anschauung und Erkenntniß des ihn in tausendfacher Gestalt fort und fort umschwebenden unsichtbaren Lebens und des wunderbaren Baues des Pflan-

zen- und Thierkörpers, ja seines eigenen Leibes, glaubte ich in diesem Buche nicht blos eine Auswahl auffallender mikroskopischer Bilder zusammenhanglos vor den Augen des Lesers vorüberführen, sondern letzteren gewissermaaßen mit dem Mikroskop in der Hand durch alle Reiche der Natur führen und ihn in das Innere aller Naturkörper, folglich auch seines eigenen Leibes, blicken lassen zu müssen. Denn nur auf diese Weise war es möglich, den Leser das Alles durchdringende „Leben im kleinsten Raume" seinem ganzen Umfange nach kennen zu lehren. Ob mir dies gelungen ist oder nicht, mögen competente Richter entscheiden; wol aber wage ich zu behaupten, daß weder die deutsche noch eine andere Litteratur bis jetzt ein populäres Buch von dem Umfange des vorliegenden besitzt, in welchem die Ergebnisse der mikroskopischen Forschungen mit gleicher Allseitigkeit dargestellt wären. Aus diesem Grunde hoffe ich mit dem Herrn Verleger, daß auch dieses jüngste Glied der „malerischen Feierstunden", welches mehr noch als die früheren dazu bestimmt zu sein scheint, allen Ständen eine gleichzeitig interessante und belehrende Unterhaltung nach verrichtetem Tagewerke zu verschaffen, von dem Publicum mit demselben Beifall aufgenommen und von der Kritik mit derselben Nachsicht beurtheilt werden wird, als die bisher erschienenen Bände jener Sammlung.

Leipzig, den 6. October 1855.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniß.

Einleitung. Das Mikroskop . . . . . S. 1
Erster Abschnitt. Die mikroskopische Wunderwelt des Wassers . = 20
Zweiter Abschnitt. Die mikroskopische Wunderwelt des Erdbodens - 51
Dritter Abschnitt. Die mikroskopische Wunderwelt der Luft . . = 69
Vierter Abschnitt. Der mikroskopische Bau der Pflanzen . . . . - 83
Fünfter Abschnitt. Der mikroskopische Bau der niederen Thiere . - 151
Sechster Abschnitt. Der mikroskopische Bau der höheren Thiere und des Menschen . . . . . = 201

Alphabetisches Register.

Acalephen S. 180.
Acariden 162.
Achromatismus 5.
Algen 103.
Antheridien 118. 145.
Anweisung zum Gebrauch des Mikroskops 15.
Arachniden 176. 177.
Archegonien 118. 145.
Arterien 212.
Asche, vulcanische 75.
Asseln 177.
Asteriden 161.
Athmungsprozeß der Pflanzen 139.
Außenwürmer 172. 174.
Aufgußthierchen 36.
Bacillarien 23. 26.
Bastzellen 135. 137.
Bärlappgewächse 127.
Befruchtung der Samenpflanzen 148.
Befruchtung der Sporenpflanzen 146.
Beleuchtungsapparate 5. 8.
Bergmehl 54.
Biene, Bau der Stachel, Rüssel,- Füße der 199.
Blüthe der Moose, Bau der 118. 119.
Blüthe der höheren Pflanzen, Bau der 146.
Blüthenstaub 82. 145. 147.
Blumenthiere 108. 109. 110.
Blutgefäße 212.
Blutkügelchen 215.
Blutregen 69. 73.
Borstenwürmer 49. 174.
Brand des Getreides 87.
Bremse, Stachel der 188.
Brennglas, Brennpunkt 3.
Cambiumring 142.
Cambiumzellen 135.
Cavillargefäße 212.
Chlorophyllkörner 131.
Chylus, Chylusfügelchen 214.
Copulation der Desmidieen 33.
= = Spirogyren 108.
Crustaceen 175. 177.
Culturerden, mikrosk. Zusammensetzung der 66.
Desmidieen 29.
Desmidieensporen, Bildung der 32.
Diatomeen 23.
Dicotyledonen 143.
Doppelräderthiere 49.
Dotter, Bildung des 223.
Dunkelmeer 73.
Echiniden 162.
Ei der höheren Thiere und des Menschen 223.
Ei der Pflanzen 146.
Eingeweidewürmer 172.
Eintheilung des Pflanzenreichs 85. 127.
Eintheilung d. Thierreichs 152.
Elementarorgane d. Pflanzen 87.
Entwickelungsgeschichte d. Wasserschnecke 170.
— des Lachses 224.
— des Menschen 223.
Epidermis 123. 138.
Epithelium der thierischen Schleimhäute 219.
Erden, eßbare 56.
Fadenpilze 88.
Farrn 122.
Finnen 172. 183.
Flechten 97.
Fliege, Bau der 188—192.
Flimmerepithelium 220.
Florideen 108.
Foraminiferen 64.
Fortpflanzung d. Gewächse 144.
Gährungspilze 86.
Gallertflechten 100.
Gefäße, pflanzliche 122. 134.
—, thierische 212.
Gefäßbündel der Pflanzen 122. 135.
Gefäßsystem des Pflanzenkörpers 136.
Geschlechtsorgane der Pflanzen 146.
Gewebe d. Pflanzenkörp. 128. ff.

Gewebe des Thier- und Menschenkörpers 201.
Gewächse, ein- u. mehrzellige 84.
—, keimlose u. keimführende 85.
Gonidien 101. 109.
Guano, Zusammensetzung des 66. 67.
Haarbalgmilbe 181.
Haarbälge 211.
Haut des Menschen, Bau der 209. 210.
Hefezellen 86.
Holzzellen 135. 137.
Hutpilze 94.
Hydroxygengasmikroskop 19.
Infusionsthierchen 23. 34. 36.
Innenwürmer 172.
Insecten 175. 184.
—, Eintheilung der 184.
Intercellulargänge des Pflanzengewebes 139.
Jahresringe der Bäume 142.
Keimbläschen der Pflanzen 149.
Keimkügelchen der Pflanzen 101. 109.
Keimsack der Pflanzen 147.
Keimzellen der Pflanzen 147.
Kieselguhr 53.
Kieselpanzer der Diatomeen u. Infusorien 26.
Knochengewebe 202.
Knorpelgewebe 206.
Korallen 154. 157. 158. 160.
Korkzellen 138. 140.
Krätze 181.
Krebsthiere 175.
Kreide, Zusammensetzung der 64.
Krustenflechten 100.
Kryptogamen 85.
Krystalle im Pflanzengewebe 130. 131.
Krystallisation 71.
Laubflechten 98.
Laubmoose 113.
Lebermoose 113.
Leuchten des Meeres 39.
Lieberkühn'scher Spiegel 9.
Liebespfeile der Schnecken 170.
Linearvergrößerung 4.
Linsen 3.
— achromatische, dialytische 5.
Linsensysteme der Mikroskope 5.
Lonpen 4.
Lungenarachniden 177.
Lungengewebe 213.
Lymphgefäßsystem 214.
Magenthiere 36.
Mark der Pflanzen 142.
Markstrahlen der Pflanzen 142.
Mehlthau 87.
Messen des mikroskopischen Bildes 11.
Mikroskope 4.
—, käufliche 14.
Mikroskopische Institute 18.
Milbe 182.
Monocotyledonen 143.
Moose 112.
Muskelgewebe 208.
Nerven, Bau der 217.
Nervenknoten 219.
Oberhaut der Pflanzen 123. 138. 139.
Oberhaut des Menschen 209.
Objectiv der Mikroskope 4.
Ocular der Mikroskope 4.
Parenchymzellen 138.
Perlen, Bau der 167. 168.
Phanerogamen 85.
Phytolitharien 56.
Pilze 85.
Pilzsporen 82.
Pistill der Pflanzen 146.
Polareis, Zusammensetzung des 59.
Polierschiefer, Zusammensetzung des 57.
Pollenkörner, 147.
Polypen 153.
Polythalamien 64.
Porenkanäle der Pflanzenzellen 133.
Primitivfasern d. Muskeln 208.
Primordialschlauch der Pflanzenzelle 128.
Protoplasma der Pflanzenzelle 129.
Quallen 162.
Räderthierchen 47. 48
Rankenfüßer 166.
Reflexionsspiegel 8. 9.
Rhizopoden 64.
Ringelwürmer 172. 174.
Ringgefäße 135.
Ringzellen 132. 133.
Röhrenwürmer 174. 175.
Rothwürmer 174.
Rundwürmer 172.
Samen 85.
Samenpflanzen 85. 127.
Samenregen 69. 81. 82.
Samenthierchen 145.
Sammelgläser 3.
Saugschiefer 57.
Saugwürmer 172.
Schimmel 86 ff.
Schmarotzergewächse 96.
Schmarotzerthiere 180 ff.
Schmetterlinge 196.
Schmetterlingsschuppen 195.
Schnecken 166.
—, Entwickelungsgeschichte der 170.
Schneckenzungen 168. 169.
Schnee 70.
—, rother 50. 70. 73. 81.
Schneekrystalle 70. 71.
Schraubenmikrometer 11.
Schwärmfäden 118. 145.
Schwärmsporen 109. 111.
Schwefelregen 69. 81. 82.
Sehwinkel 2.
Sonnenmikroskop 19.
Spaltöffnungen der Pflanzen 123. 139. 140.
Spinnenthiere 175.
Spiralfaserzellen 132. 133.
Spiralgefäße 135.
Sporen 85.
Sporenpflanzen 85.
Stärkemehlkörner 131.
Staubgefäße 146.
Staubregen 69. 72.
Steinkerne 66.
Strahlthiere 161.
Strudelwürmer 174.
Talgdrüsen 211.
Tange 104.
Tracheenarachniden 177. 180.
Treppengefäße d. Pflanzen 135.
Venen 212.
Vergrößerungsgläser 4.
Weichthiere 163.
Weinstein der Zähne 46.
Weißwürmer 174.
Würmer 172.
Zahnthierchen 46.
Zähne, Bau der 205.
Zellen der Pflanzen 84. 128.
— — Thiere 202.
Zellgewebe der Pflanzen 134.
— — Thiere 209.

Einleitung.

Das Mikroskop.

Die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops und ganz besonders die außerordentliche Vervollkommnung, welche diesem Instrumente in der neuesten Zeit zu Theil geworden ist, hat dem Auge des Menschen eine bisher ungeahnte Welt von Wundern erschlossen. Aber nur wenige von Denen, welche dieses Buch der Unterhaltung und Belehrung halber zur Hand nehmen, dürften Gelegenheit, Zeit oder hinlängliche Mittel besitzen, um selbst mikroskopische Untersuchungen machen und sich mit ihren eigenen Augen unmittelbar an den Wunderwerken der Schöpfung ergötzen zu können, die uns überall umgeben, ja die selbst noch der herabfallende Regentropfen und der verachtete Staub der Straßen birgt. Denn einestheils sind gute Mikroskope sehr kostspielige Instrumente, anderntheils erheischt das Beobachten mit dem Mikroskope bedeutende Vorkenntnisse, Uebung und Geschicklichkeit. Wer sich mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigen will, muß nicht allein mit dem Mechanismus seines Instruments und mit den physikalischen Gesetzen, auf denen die Wirkung desselben beruht, vollkommen vertraut sein; er muß auch erst sein Auge an das Mikroskop gewöhnen, er muß mit einem Worte erst mikroskopisch *sehen* lernen, bevor er in die Hallen des Wunderbaues eindringen kann, den die Natur in dem kleinsten, wie in dem größten ihrer zahllosen Geschöpfe, dem unbewaffneten Auge des Menschen freilich verborgen, aufgerichtet hat. Endlich erfordert der Gebrauch des Mikroskops, besonders die Zurichtung (das Präpariren) der zu untersuchenden Gegenstände (der Objecte) wegen deren Kleinheit einen ziemlich bedeutenden Grad von Geschicklichkeit in der Hand, welche nur eine längere Zeit und mit der größten Ausdauer fortgesetzte Uebung erwerben kann. Aus allen diesen Gründen wird das Mikroskop niemals ein Gemeingut aller Derjenigen werden, die sich für die Natur interessiren, sondern immer das Besitzthum weniger Auserwählten bleiben. Doch was unmittelbare Anschauung nicht zu gewähren vermag, versinnlicht oft ein getreues Bild, eine lebendige klare Beschreibung.

Nur Wenigen ist es trotz der Eisenbahnen und Dampfschiffe vergönnt, fremde Länder und Völker aus eigener Anschauung kennen zu lernen, und doch kann sich Jedermann, wenn er sonst will, mit geringen Mitteln eine ziemlich genaue Kenntniß

von den Riesenbauten der alten Aegypter und Römer, von den Wundern des Krystallpalastes zu Sydenham, von der großartigen Gebirgsscenerie der Alpen und der unübertroffenen Pracht der Urwälder Brasiliens verschaffen, indem zahlreiche und billige illustrirte Volksschriften und Zeitungen auch Demjenigen, welcher sich Reisebeschreibungen und Kupferwerke nicht zu kaufen vermag, reiche Gelegenheit dazu bieten. Ein solches Mittel der Belehrung soll auch dieses Büchlein sein, welches den Zweck hat, alle Freunde der Natur, die wegen ihrer Vermögensumstände oder ihrer Berufsgeschäfte an eigenen Untersuchungen mit dem Mikroskop verhindert sind, in die Wunderwelt einzuführen, welche dieses Instrument bis jetzt zur Kenntniß des Menschen gebracht hat. Doch bevor ich den freundlichen Leser den ersten Blick in das geheimnißvolle Innere des unentweihten Tempels der Natur thun lasse, muß ich ihn zuvor mit dem Instrumente, dem die Natur so große Errungenschaften verdankt, mit seiner Einrichtung, seiner Anwendung und seiner Geschichte etwas näher bekannt machen. Vielleicht bekommt er durch die Lecture dieses Büchleins Lust, jenes schöne Instrument, wenn ihm anders dazu Gelegenheit geboten wird, selbst zu handhaben. Für diesen Fall soll mit der Schilderung des Mikroskops auch eine leicht faßliche Anleitung zu dessen Gebrauch, so wie zum Präpariren der Objecte und deren Aufbewahrung verbunden werden.

Das Mikroskop ist, wie sein Name besagt, ein Instrument um das Kleine zu sehen. Während sein Gegensatz, das Teleskop oder Fernrohr, dem menschlichen Auge den Blick in die Welt des Großen (den Makrokosmus) eröffnet, während dieses ihm z. B. die Wunder des gestirnten Himmels oder die Fernen einer Gebirgsaussicht erschließt und ihm die entferntesten Gegenstände in unmittelbare Nähe rückt, dient das Mikroskop dazu, die Welt des Kleinen (den Mikrokosmus) d. h. die Natur der kleinsten, dem bloßen Auge wegen ihrer Kleinheit unerkennbaren Geschöpfe und die unendlich kleinen, aber mit der größten Regelmäßigkeit nach bestimmten Gesetzen geformten Theilchen, aus denen die größeren Naturkörper zusammengesetzt sind, kennen zu lernen. Während uns das Fernrohr unseren nächsten Umgebungen, ja sogar der Erde entrückt und uns in weite, oft unerreichbare Fernen versetzt, fesselt uns das Mikroskop an die Erde, indem es uns den innern Bau der uns unmittelbar nahen Gegenstände, ja unseres eigenen Körpers offenbart. Das Mikroskop ist das Sehrohr der Nähe, das Teleskop das Sehrohr der Ferne.

Worauf beruht aber die wunderbare Wirkung des Mikroskops? Auf demselben Umstande, welcher die Wirkung des Teleskops bedingt, nämlich auf der Vergrößerung des Sehwinkels durch convexe Glaslinsen. Sehwinkel nennt man den Winkel, den die von den Endpunkten eines von uns betrachteten Gegenstandes ausgehenden Lichtstrahlen bei ihrer Kreuzung in unserm Auge machen. So wird z. B. in Fig. 1 durch die punktirten Linien b und c der Sehwinkel angedeutet, den die von den Enden des von dem Auge betrachteten Pfeiles b' und c' ausgehenden Lichtstrahlen in dem Auge bilden, oder mit anderen Worten, der Sehwinkel, unter welchem der Pfeil b' c' dem Auge erscheint. Je größer der Winkel ist, unter dem irgend ein Gegenstand (Object) vor dem Auge gesehen wird, desto

größer wird dem Auge auch der Gegenstand erscheinen, je kleiner der Sehwinkel, desto kleiner. Nun ist es eine bekannte Sache, daß, je mehr wir ein Object unserm Auge nähern, dasselbe desto größer, je mehr wir es aber davon entfernen, desto kleiner erscheint, indem im ersten Falle der Winkel, unter dem wir den Gegenstand sehen, weiter, im zweiten Falle enger wird. Befände sich z. B. in Fig. 1 der Pfeil b′ c′ an der Stelle der Linse f′ g′, so würde derselbe dem Auge um vieles größer erscheinen, weil sich die von f′ und g′ ins Auge fallenden Lichtstrahlen dort unter einem viel weitern Winkel kreuzen, als die von b′ und c′ kommenden. Ein solches, freilich nur scheinbares Näherbringen des Objects an das Auge wird nun auch durch convexe Linsen, d. h. durch runde, auf beiden Flächen erhaben geschliffene, also linsenförmige Gläser hervorgebracht. Dergleichen Gläser besitzen nämlich die merkwürdige Eigenschaft, die durch sie hindurchgehenden Lichtstrahlen zu brechen oder zu beugen und dieselben an einem in bestimmter Entfernung von der Linse gelegenen Punkte wieder zu sammeln. Man nennt solche Gläser deshalb auch Sammelgläser. Der Punkt, wo die gebrochenen Lichtstrahlen wieder zusammenkommen, wird der Brennpunkt (Focus) der Linse, die Entfernung dieses Punktes von der Linse deren Brennweite (Focalabstand) genannt, deshalb nämlich, weil, wenn man die Sonnenstrahlen durch ein solches Glas hindurchgehen läßt, leicht entzündbare Körper, wie Papier, Feuerschwamm u. a. in dem Punkte, wo die durchgegangenen und gebrochenen Sonnenstrahlen zusammentreffen, in Brand gerathen, indem durch die Sammlung (Concentration) des Sonnenlichts auch zugleich eine Concentration der Sonnenwärme bewirkt wird. Man nennt deshalb solche Linsen auch Brenngläser, besonders große, indem diese sich zur Concentration der Sonnenstrahlen am besten eignen. Durch diese Beugung, welche die Lichtstrahlen beim Durchgange durch eine convexe Linse erleiden, muß der Sehwinkel natürlich vergrößert werden. Fig. 1 wird dies dem Leser anschaulich machen. Das Auge

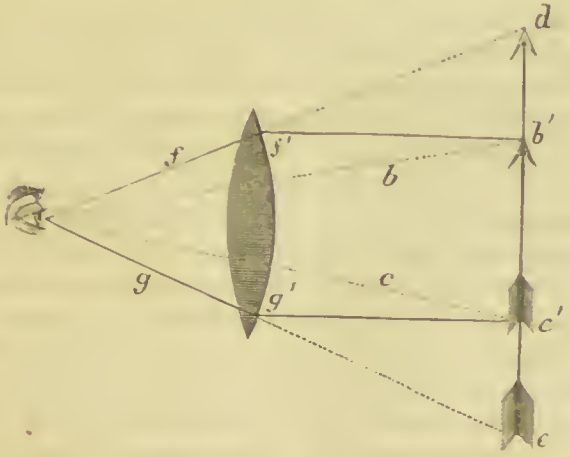


Fig. 1. Vergrößerung des Sehwinkels durch eine convexe Linse.

befindet sich im Brennpunkte der Linse f′ g′ und betrachtet durch diese Linse hindurch den Pfeil b′ c′, welcher dem Auge ohne die Linse unter dem Sehwinkel b c,

folglich in der Größe von b' c' erscheinen würde. Allein die von b' c' ausgehenden und senkrecht auf die Linse einfallenden Lichtstrahlen erleiden bei ihrem Durchgange durch die Linse eine solche Beugung, daß das Bild des Pfeiles dem Auge unter dem Winkel f g, d. h. in der Größe von c d erscheint. Je dicker und je convexer geschliffen eine Linse ist, desto kleiner ist ihre Brennweite, desto größer aber auch die Beugung der durch sie hindurchgehenden Lichtstrahlen, desto größer folglich auch der Winkel, unter dem ein durch die Linse betrachtetes Object dem Auge erscheint. Man bedient sich daher solcher doppelteonvexen Linsen allgemein als Vergrößerungsgläser. Vergrößerungsgläser von 3 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite werden Loupen, andere von geringerer Brennweite einfache Mikroskope genannt. Durch letztere läßt sich bereits eine zweihundertfache, ja noch stärkere Linearvergrößerung, d. h. Vergrößerung des wirklichen Durchmessers des Objects erzielen. Doch ist der Gebrauch solcher stark vergrößernder einfacher Mikroskope höchst unbequem, indem man wegen der außerordentlichen Kürze ihrer Brennweite sowol das Object der Linse sehr nähern, als auch letztere unmittelbar an das Auge halten muß. Außerdem wird das Gesichtsfeld, d. h. der übersehbare Theil des Objects, immer kleiner, und zugleich die aus der Färbenzerstreuung der Lichtstrahlen entspringende Undeutlichkeit des Bildes immer größer, je mehr sich eine solche Linse der Kugelgestalt nähert, was bei den stark vergrößernden einfachen Mikroskopen stets der Fall ist.

Diese so eben angedeuteten Uebelstände und Unbequemlichkeiten werden vermieden, wenn man sich statt einer einzigen dicken Linse mehrerer in bestimmten Abständen von einander im Innern einer Röhre angebrachter Linsen von verschiedenenem Lichtbrechungsvermögen (Reflectionsvermögen) bedient, d. h. wenn man statt des einfachen Mikroskops das zusammengesetzte Mikroskop in Anwendung bringt. Wie verschieden auch die Mechanik der im Laufe der Zeit erfundenen zusammengesetzten Mikroskope, und wie complicirt die Construction ihrer Linsen sein möge, immer beruht ihre Wirkung auf einem und demselben Umstande, nämlich auf der eigenthümlichen Wirkung dreier hinter einander gestellter Linsen von verschiedener Brennweite. Die unterste und kleinste Linse, welche das Objectivglas genannt wird, weil sie dem Object zugekehrt ist, hat immer eine kürzere Brennweite, als die oberste, größere Linse, die man das Ocularglas nennt, weil sich diese dem beobachtenden Auge zunächst befindet. Zwischen diesen beiden Linsen ist noch eine Sammellinse (Collectivlinse) angebracht, welche das durch das Objectiv hervorgebrachte Bild auf das Ocular überträgt. (S. Fig. 2., wo CD das Objectiv, GH das Ocular, EF die Sammellinse ist.) Diese drei Linsen wirken nun folgendermaßen. Die von dem Objecte AB ausgehenden Lichtstrahlen werden durch die Objectivlinse CD in der Weise gebrochen, daß sie, wenn sie ungehindert weiter gehen könnten, in der Gegend des Oculars HG ein vergrößertes umgekehrtes Bild des Objects von der durch die Buchstaben A'B' angedeuteten Größe geben würden. Da diese Strahlen aber unterwegs durch die Sammellinse EF hindurchgehen müssen, so erleiden sie daselbst eine neue Beugung, so daß das umgekehrte Bild des Objects nur mäßig vergrößert in A'' B'' erscheint. Dieses Bild nun betrachtet das Auge durch die Ocularlinse

GH, welche die Lichtstrahlen in so bedeutendem Grade beugt, daß das Bild des Objects dem Auge unter einem sehr weiten Sehwinkel in der Gegend von A‴B‴ erscheint. Die Vergrößerung, welche das zusammengesetzte Mikroskop gewährt, hängt von der Brennweite des Ocular- und Objectivglases ab, und ist dem Product aus der Vergrößerungszahl beider gleich. Wenn z. B. das Objectiv den Gegenstand zwanzig, das Ocular denselben dreißig Mal vergrößert, so wird die Vergrößerung eine sechshundertfache sein. Es ist hierbei einerlei, ob das Objectiv oder das Ocular am stärksten vergrößert. Doch erhält man im Allgemeinen ein deutlicheres Bild, wenn man ein starkes Objectiv mit einem schwachen Ocular verbindet, als wenn man das Entgegengesetzte thut. Die zusammengesetzten Mikroskope gewähren folglich ungleich stärkere Vergrößerungen, als die einfachen, ja man hat solche Instrumente verfertigt, die den Durchmesser des Objects zwei- bis dreitausend Mal vergrößern. Solche sehr stark vergrößernde Mikroskope leiden jedoch an denselben Mängeln, die oben an den stark vergrößernden einfachen Mikroskopen gerügt worden sind, weil dann die Objectiv- und Ocularlinse ebenfalls beinahe kugelig sein müssen und dieselben dann natürlich nur eine höchst geringe Brennweite besitzen können. In Folge davon wird das Sehfeld äußerst klein, die Beleuchtung des Bildes sehr schwach, das Bild selbst höchst undeutlich. Solche übermäßig starke Vergrößerungen nützen daher so viel wie gar nichts, weshalb man gegenwärtig selbst bei den größten Mikroskopen den Grad einer 1500fachen Linearvergrößerung selten zu übersteigen pflegt. Das Haupterforderniß eines guten Mikroskops ist nämlich möglichste Klarheit und Deutlichkeit des Bildes. Ohne diese Eigenschaften gewährt ein mikroskopisches Bild, auch wenn es sehr stark vergrößert ist, durchaus keinen Nutzen. Außerdem ist es höchst wünschenswerth, ein möglichst großes Gesichtsfeld bei der Beobachtung zu haben. Ein- bis fünfhundertfache Linearvergrößerungen sind daher die besten zum Beobachten und auch in den meisten Fällen vollkommen ausreichend. Stärkere Vergrößerungen braucht man nur dann anzuwenden, wenn man Einzelnheiten des mikroskopischen Bildes noch genauer studiren will, indem man in diesem Falle keines großen Gesichtsfeldes bedarf.

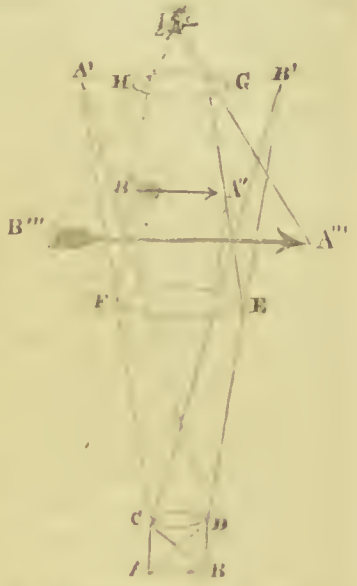


Fig. 2. Gang des zusammengesetzten Mikroskops.

Bei den ersten zusammengesetzten Mikroskopen, welche verfertigt wurden, bestand sowol das Objectiv als das Ocular blos aus einer einzigen doppelconvexen Linse, wie im Schema Fig. 2. Da aber solche Linsen, sobald sie einigermaßen dick sind, oder mit anderen Worten, wenn sie eine kurze Brennweite besitzen, eine sehr bedeutende Zerstreuung der in den Lichtstrahlen enthaltenen Farben bewirken, so lieferten jene Mikroskope bei nur einigermaßen starken Vergrößerungen ein von

regenbogenfarbigen Ringen umgebenes und deshalb undeutliches Bild. Diesem großen Uebelstande wurde durch die Erfindung der achromatischen Objectivlinsen abgeholfen, d. h. solcher Objectivlinsen, welche selbst bei sehr geringer Brennweite kein farbiges (chromatisches) Bild geben. Dieselben bestehen aus zwei verschieden geformten mittelst Terpenthin oder canadischem Balsam zusammengekitteten Linsen von verschiedenem Material und verschiedenem Brechungsvermögen. Die untere Linse ist doppeltconvex, die obere auf der der untern Linse zugekehrten Fläche concav (ausgehöhlt), auf der entgegensetzten eben, der ganze zusammengesetzte Linsenkörper (die Linsencombination) folglich planconvex. Die untere Linse besteht aus sogenanntem Crownglas, die obere aus Flintglas, welches bedeutend weicher ist, als das Crownglas. Der Achromatismus, d. h. die Vermeidung der Farbenzerstreuung kann auch dadurch erreicht werden, daß man zwischen den beiden Linsen einen kleinen Raum läßt; solche Linsencombinationen nennt man dialytische. Eine noch größere Vollkommenheit des mikroskopischen Bildes wurde dadurch erzielt, daß man die Objective aus zwei bis drei an einander geschraubten achromatischen Linsen von verschiedenem Brechungsvermögen verfertigte. Dadurch hat man nicht allein eine ungemein große Klarheit und Deutlichkeit des Bildes selbst noch bei sehr starken Vergrößerungen erlangt, sondern auch ein größeres Sehfeld. Ein aus mehreren achromatischen Linsen zusammengesetztes Objectiv nennt man ein Linsensystem. Bei größeren Mikroskopen pflegen immer mehrere Linsensysteme und Oculare zu sein, welche verschiedene Vergrößerungsgrade gewähren. So besitzen die großen Mikroskope, welche Oberhäuser in Paris gegenwärtig verfertigt, nicht weniger als 10 verschiedene Linsensysteme und 5 Oculare. Das System Nr. 7 giebt mit dem Ocular Nr. 1 eine 200fache, das System 9 mit demselben Ocular eine 400fache, dasselbe System mit dem fünften und stärksten Ocular eine 1500fache noch vollkommen brauchbare Linearvergrößerung. Die Ocular- und die Collectivlinse macht man gegenwärtig auch nicht mehr doppeltconvex, sondern planconvex, weil planconvexe Linsen eine viel geringere Farbenzerstreuung bewirken und deshalb größere Deutlichkeit des Bildes gewähren, als doppeltconvexe. Die convexe Fläche beider Linsen muß stets dem Objectiv zugekehrt sein. Die Sammellinse ist zwei- bis dreimal so breit als die Ocularlinse und muß stets in einem solchen Abstande von der letztern angebracht sein, daß das mikroskopische Bild (A‴ B‴ in Fig. 2) genau in den Brennpunkt der Ocularlinse fällt.

Nach diesen Bemerkungen über die Optik des zusammengesetzten Mikroskops, d. h. über die bei demselben in Anwendung kommenden Glaslinsen und deren Wirkung wird es nunmehr Zeit, daß ich den geehrten Leser auch mit der Mechanik, d. h. mit der Bauart dieser Instrumente und ihrer einzelnen Theile bekannt mache. Damit will ich zugleich eine kurze Schilderung einiger der besten Mikroskope der Gegenwart verbinden. Ein jedes zusammengesetztes Mikroskop besteht aus vier Haupttheilen, aus der Röhre, dem Stativ, dem Objectentisch und dem Beleuchtungsapparat. Die Röhre ist ein hohler Messingcylinder von bestimmter Länge, welcher auf der Innenfläche geschwärzt ist, um die Zurückwerfung der Lichtstrahlen von ihren Wänden zu verhüten. In der Mitte der Röhre befindet sich ein

sogenanntes Diaphragma, d. h. eine horizontal gestellte, von einem kreisrunden Loche durchbohrte Platte, welche den Zweck hat, die von den Rändern des Objectivglases ausgehenden Strahlen (die Randstrahlen) abzuhalten. Das untere Ende der Röhre ist kegelförmig verschmälert; an dasselbe werden die Objectivsysteme angeschraubt. Oben besitzt die Röhre eine weite Oeffnung, in die eine zweite viel kürzere Röhre von geringerem Durchmesser sehr genau hineinpaßt, welche die Ocular- und Collectivlinse enthält, erstere natürlich an der obern, letztere an der untern Oeffnung. Diese Röhre (die Ocularröhre oder schlechtweg das Ocular genannt) ist aus denselben Gründen wie die Hauptröhre an der Innenwand geschwärzt und zwischen den beiden Linsen, jedoch in der Nähe der Collectivlinse, mit einem Diaphragma versehen. Die Röhre des Mikroskops mit dem Objectiv und Ocular bildet den eigentlich optischen Theil des Instruments. Diese Röhre ist, um alle ihre Bewegungen genau reguliren zu können, an einem Stativ angebracht, welches zugleich den Objectentisch und den Beleuchtungsapparat trägt. Das Stativ muß solid und schwer sein, damit es fest stehe, und pflegt daher massiv aus Messing gearbeitet zu werden. Es besteht aus einem Fußgestelle und einer Säule, welche die genannten Apparate trägt. Das Fußgestell wird in sehr verschiedener Weise gefertigt; das beste ist jedenfalls ein Dreifuß, der zusammengeschlagen werden kann, wenn man das Instrument in seinen Kasten legen will. Um das Mikroskop vollkommen wagerecht stellen zu können, muß an jedem Schenkel des Dreifußes eine Stellschraube angebracht sein. Die Säule des Stativs kann rund oder eckig sein. Ihre Höhe hängt von der Lage ab, in welcher man das Mikroskop benutzen will. Braucht man es in senkrechter Stellung, so daß man das Object von oben herab betrachtet, so darf die Säule nicht zu hoch sein, weil sonst der Gebrauch des Instruments, wenn es auf einem gewöhnlichen Tische steht, sehr unbequem wird. Betrachtet man dagegen das Object in horizontaler Stellung, in welchem Falle auch die Röhre des Mikroskops horizontal gestellt und inwendig in der Nähe des Objectivs mit einem Prisma versehen sein muß, welches die Richtung der durch das senkrechtgestellte Objectiv fallenden Lichtstrahlen in der angegebenen Weise ändert (s. die Erklärung von Fig. 4), so kommt auf die Höhe der Säule weniger an. In jedem Falle aber ist es am zweckmäßigsten, namentlich auch wegen des Zeichnens des mikroskopischen Bildes, der Röhre eine solche Höhe zu geben, daß der Abstand des Oculars von dem Tische, auf welchem das Mikroskop steht, genau der Entfernung entspricht, in welcher der Beobachter irgend einen Gegenstand mit seinen eigenen Augen deutlich sehen kann. Die Röhre des Mikroskops ist gewöhnlich in einer solchen Weise mit der Säule des Stativs verbunden, daß sie an letzterer auf- und niederbewegt werden kann. Diese Auf- und Niederbewegung wird entweder mittelst einer an der Stativsäule über dem Objectentisch angebrachten Röhre von Messing bewerkstelligt, in welche die Mikroskopröhre genau hineinpaßt, so daß letztere darin auf- und niedergeschoben werden kann und durch den Widerstand, den die Reibung verursacht, in jeder beliebigen Stellung festgehalten wird, oder so, daß sich die Mikroskopröhre mittelst einer an ihr befestigten Messingbülse an einer in die Stativsäule eingefügten Zahnleiste durch ein in deren Zähne eingreifendes, an jener

Hülse befindliches Zahnrad auf und nieder bewegen läßt. Die Zahnleiste pflegt man dreikantig zu machen und aus Stahl zu verfertigen. Die Hülse muß sich natürlich genau an die Zahnleiste anschließen und daher auch dreikantig sein. Weniger gebräuchlich ist es, die Röhre des Mikroskops unbeweglich an die Stativsäule zu befestigen. In diesem Falle muß der Objecttisch so an dem Stativ angebracht sein, daß er sich an dessen Säule auf und nieder schieben läßt (s. Fig. 4). Außer dem Getriebe, welches die Röhre des Mikroskops oder deren Tisch an der Säule des Stativs auf und nieder bewegt, ist bei den meisten Mikroskopen auch noch eine besondere feine Schraube (Mikrometerschraube) angebracht, um das Mikroskop ganz genau so einstellen (d. h. das Objectiv dem Object nähern) zu können, wie es die Beobachtung erheischt. Ein geübter Beobachter hat jedoch eine solche Stellschraube nicht nöthig. An der dem Objectiv zugekehrten Seite der Stativsäule befindet sich der Objecttisch. Derselbe besteht aus einer in der Mitte durchbohrten Platte und muß eine gewisse Festigkeit und eine geeignete Größe besitzen (etwa 2—3 Zoll breit und 4 Zoll lang sein), damit der Beobachter unbehindert auf demselben präpariren könne. Die Oeffnung des Tisches, welche dem Centrum der Objectivlinse genau gegenüber stehen muß, darf nicht zu enge sein, da sie für den Durchgang der von unten kommenden Lichtstrahlen bestimmt ist. Die Oberfläche des Tisches muß völlig eben und glatt sein, darf aber nicht aus polirtem Metall bestehen, damit sie das Licht nicht auf die Objectivlinse zurückwirft. Am besten ist es daher, den Tisch mit einer mattgeschliffenen Platte von schwarzem Glas zu bedecken. Ein solcher Tisch ist zugleich gegen die zerstörenden Einwirkungen von Säuren, welche bisweilen bei mikroskopischen Untersuchungen in Anwendung kommen, vollkommen gesichert. Der letzte wesentliche Theil eines jeden Mikroskops, der Beleuchtungsapparat, besteht aus einer Beleuchtungslinse oder einem Beleuchtungsprisma und einem Reflexionsspiegel. Die beiden zuerst genannten Instrumente sind bei der Untersuchung undurchsichtiger dunkler (opaker) Objecte, das zuletzt genannte bei der Untersuchung durchsichtiger Objecte unentbehrlich. Das gewöhnliche Tageslicht reicht nämlich nur bei ganz schwachen Vergrößerungen und wenn das Objectivglas direct gegen das Licht gekehrt ist, aus. Sonst muß man stets einen Beleuchtungsapparat anwenden, um das nöthige helle Licht zu bekommen. Und zwar muß man bei einem opaken Object die Lichtstrahlen von oben auf das Object fallen, bei einem durchsichtigen Körper dagegen sie von unten her durch denselben hindurchgehen lassen. So entsteht die verschiedene Beleuchtung mit auffallendem und durchgehendem Lichte. Auffallendes Licht erzeugt man entweder vermittelst einer großen doppeltconvexen oder planconvexen Linse (die Beleuchtungslinse) oder vermittelst eines dreiseitigen Glasprisma's mit ebenen oder auch gekrümmten Flächen (Beleuchtungsprisma). Beide Apparate sind entweder mittelst eines Stabes in einer Oeffnung des Objecttisches, oder an dem Fußgestelle, oder und am besten an einem besondern Stativ mit schwerem Fuß, an dem sie auf und nieder geschoben werden können, angebracht. Die Beleuchtungslinse und das Beleuchtungsprisma bringen ein sehr helles Licht hervor, allein das Object, welches dann stets auf

einem undurchsichtigen Körper, am besten auf einer ganz schwarzen Platte liegen muß, kann dabei immer nur von einer Seite, und zwar nur von derjenigen, von welcher das Licht herkommt, beleuchtet werden. Eine bessere Beleuchtung opaker Objecte gewährt der sogenannte Lieberkühn'sche Spiegel. Es ist dies ein Hohlspiegel, welcher an dem Objectiv angebracht wird und der die von dem unter dem Tische befindlichen Reflexionsspiegel kommenden Lichtstrahlen auf das Object zurückwirft. In diesem Falle muß das Object natürlich auf einer durchsichtigen Unterlage liegen und die Oeffnung des Tisches sehr weit sein. Für die Beleuchtung durchsichtiger Objecte bedient man sich des so eben erwähnten, unter dem Tische beweglich angebrachten Reflexionsspiegels. Derselbe ist gewöhnlich rund und doppelt, so daß sich auf der einen Seite ein Hohl-, auf der andern ein Planspiegel befindet. Letztern benutzt man, wenn das äußere Licht sehr hell ist und für schwache Vergrößerungen ausreicht. Bei stärkeren Vergrößerungen muß man stets den Hohlspiegel anwenden. Bei sehr starken Vergrößerungen reicht dieser nicht einmal aus, sondern es muß das von demselben auf das Object zurückgestrahlte Licht noch durch eine besondere Beleuchtungslinse, welche so am Tische angebracht ist, daß sie sich zwischen den Spiegel und die Oeffnung des Tisches horizontal einschieben läßt, verstärkt werden. Bei völlig durchsichtigen Objecten wird die Beleuchtung durch den Spiegel oft zu stark, so daß die Umrisse jener Objecte unsichtbar werden. Dann muß man die Lichtmenge vermindern und dies geschieht am besten mittelst eines unterhalb des Objecttisches beweglich angebrachten Diaphragma, welches mit vier bis fünf runden Oeffnungen von verschiedener Größe versehen ist. Mit einem solchen Diaphragma kann man die Oeffnung des Tisches beliebig verkleinern und dadurch die Menge des hindurchgebenden Lichts vermindern.

Nach dieser Schilderung des zusammengesetzten Mikroskops in seiner gegenwärtigen Vollendung bitte ich den geehrten Leser, die beiden Figuren 3 und 4 anzusehen, welche die Abbildungen zweier der vollkommensten Mikroskope der Gegenwart enthalten. Fig. 3 stellt ein großes Mikroskop mit verticaler Röhre dar, von der Art, welche die beiden berühmten Mechaniker Plößl in Wien und Schieck in Berlin zu fertigen pflegen, Fig. 4 ein großes Mikroskop mit horizontaler Röhre und darin befindlichem Prisma von dem nicht minder berühmten Mechaniker Chevalier in Paris. In Fig. 3 ist a die Röhre des Mikroskops, in welche oben die Oculairröhre eingeschoben, unten das Objectiv angeschraubt erscheint, b die Zahnleiste, c die Hülse und d das Zahnrad zum Auf- und Niederbewegen der Mikroskopröhre, e die Säule des Stativs, fff der zusammenlegbare Dreifuß des Stativgestelles, g der Reflexionsspiegel, h der Objecttisch, i das unter demselben befindliche und verschiebbare Diaphragma zur Verminderung der vom Spiegel reflectirten Lichtstrahlen, k die Beleuchtungslinse. Die daneben stehende, in bloßen Umrissen gegebene Figur zeigt eine Modification dieses Mikroskops von Plößl, bei welcher der Tisch und der Reflexionsspiegel an dem untern Theile der Zahnleiste befestigt sind und dieser mittelst eines besondern, mit einem Charnier m versehenen Ringes an das Stativ befestigt ist. Diese Vorrichtung gewährt die Bequemlichkeit,

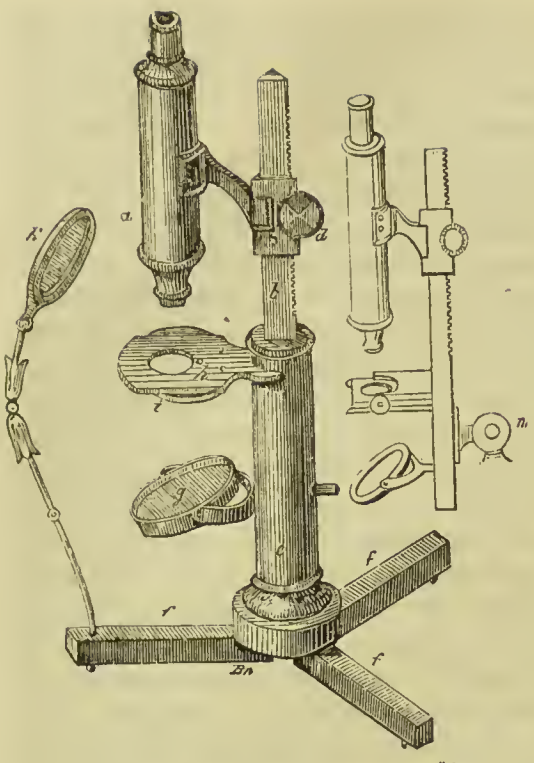


Fig. 3. Mikroskop von Schieck oder Plößl.

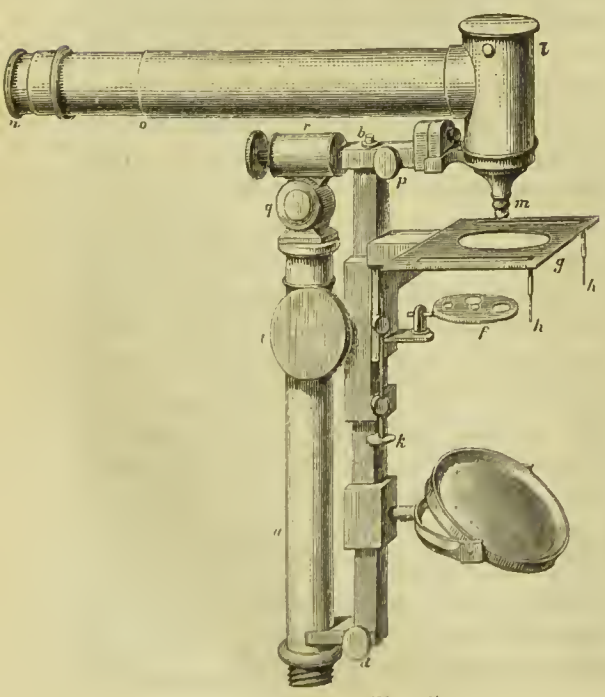


Fig. 4. Mikroskop von Chevalier.

daß man die Röhre des Mikroskops in eine horizontale Stellung bringen kann, indem sich das Instrument bei dem Charnier m nach hinten zurückschlagen läßt. Für diesen Fall müssen aber Klammern am Objectentische zum Festhalten des Objects angebracht sein. Auch hat dann die Beleuchtung mittelst des Reflexionsspiegels ihre Schwierigkeiten, und flüssige Objecte, z. B. Blut, Milch u. a. lassen sich begreiflicher Weise auf diese Art gar nicht untersuchen, da bei der Umlegung des Mikroskops der Objectentisch ja eine verticale Stellung erhalten muß. Diese Uebelstände werden vermieden, wenn man blos dem obern Theile der Mikroskopröhre eine wagerechte Lage giebt, wie es bei dem in Fig. 4 abgebildeten Mikroskop von Chevalier der Fall ist. Das Stativ a wird hier auf den Kasten des Mikroskops aufgeschraubt, eine Vorrichtung, die nicht zu empfehlen ist, weil man dann die in dem Kasten befindlichen Nebeninstrumente während der Beobachtung nicht gebrauchen kann und daher gezwungen ist, Alles vorher aus dem Kasten herauszunehmen. Dieses Stativ trägt an dem Querarm b den senkrechten viereckigen Balken c, welcher unten durch den Stift d auch an dem Stativ selbst befestigt ist. An diesem Balken befindet sich unter dem Reflexionsspiegel e oben der mit weiter Oeffnung versehene Objectentisch g, an dem zwei Klammern hh angebracht sind, darunter das Diaphragma f, welches auf die Seite gedreht werden kann, wenn es nicht gebraucht wird. Der Objectentisch läßt sich theils mittelst Zahnleiste und Zahnrad, dessen Handhabe i ist, an dem viereckigen

Balken auf und nieder bewegen, theils mittelst der Stellschraube k in die feinere Einstellung bringen. Das vorderste Stück des Querbalkens b trägt den optischen Theil des Mikroskops, die Röhre mit dem Prisma l in dem Knie, dem Objectiv m und dem Ocular n. Die Röhre kann bis o verlängert und der ganze optische Theil abgenommen werden, wenn man einen Stift abmacht, welcher durch die Schraube p festgehalten wird. Der ganze viereckige Balken c mit den daran befestigten Apparaten läßt sich in q und r so herumdrehen, daß der Objecttisch und der Spiegel über die Röhre mit dem Objectiv und Ocular zu stehen kommen.

Außer dem Mikroskop selbst hat man bei mikroskopischen Untersuchungen noch verschiedene Nebenapparate nöthig. Zu den unentbehrlichsten gehört eine Vorrichtung zum Messen des mikroskopischen Bildes. Denn es ist von großer Wichtigkeit, sowol die Vergrößerung einer jeden Linsencombination genau bestimmen zu können, als auch die wirkliche natürliche Größe des beobachteten Objects zu wissen. Es sind zur Messung des mikroskopischen Bildes sehr verschiedenartige Vorrichtungen und Instrumente erfunden worden; die allgemeinste Verbreitung haben jedoch der von Frauenhofer erfundene Schraubenmikrometer und der Glasmikrometer gefunden. Von diesen verdient der Glasmikrometer den Vorzug, denn der Schraubenmikrometer ist nicht nur ein sehr complicirtes und sehr theures Instrument, sondern wird auch viel leichter unbrauchbar, als der Glasmikrometer, welcher höchstens 3 Thaler kostet*). Der Glasmikrometer besteht aus einer Glasplatte, auf welche eine mikroskopische Meßscala mittelst eines zu diesem Zwecke in einer besondern Maschine befestigten Diamants eingravirt ist. Fig. 5 stellt zwei Arten des Glasmikrometers dar. A ist ein in Quadrate, B ein in parallele Striche eingetheilter. Letzterer verdient den Vorzug, weil bei der quadratischen Eintheilung das Glas an den Kreuzungswinkeln der Theilstriche leicht ausspringt und weil die große Zahl der sich kreuzenden Linien leicht irre macht. Auf einem Glasmikrometer sind nämlich nicht blos so viele Linien eingravirt, wie die beigedruckten Figuren enthalten, sondern viel mehr, so daß dieselben mit dem bloßen Auge gewöhnlich gar nicht unterschieden werden können, sondern ihre Abstände erst unter dem Mikroskope sichtbar werden. Dies wird dem freundlichen Leser begreiflich werden, wenn ich kurz bemerke, daß man auf den Glasmikrometern einen Millimeter, d. h. einen Zehntelzoll in hundert Theile einzutheilen pflegt! Bei den mit Parallelstrichen versehenen Glasmikrometern ist gewöhnlich jeder fünfte oder zehnte Theilstrich zur Erleichterung des Zählens länger ausgezogen und sind die einzelnen Millimeter numerirt. Die Anwendung des Glasmikrometers ist

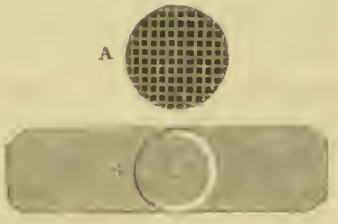


Fig. 5. Glasmikrometer

*) Ein Ocular mit Glasmikrometer kostet bei Oberhäuser in Paris blos 25 Francs ($6^2/_3$ Thlr.). Ein Schraubenmikrometer kostet mindestens 40 Thaler.

verschieden, am gebräuchlichsten aber, denselben im Ocular anzubringen, indem man ihn auf das Diaphragma legt, so daß die gravirte Fläche der Collectivlinse zugekehrt ist. Die Messung selbst geschieht einfach dadurch, daß man die Theilstriche des Mikrometers von der einen Grenze des mikroskopischen Bildes bis zur andern zählt und das Gefundene nach der angewendeten Vergrößerung berechnet. Der Werth des zwischen den Strichen befindlichen Raumes ist nämlich natürlicher Weise bei jeder Objectivvergrößerung ein anderer; Oberhäuser giebt ihn gewöhnlich für jedes Linsensystem an, und dann ist blos eine kleine Rechnung nöthig, um aus der durch die Beobachtung gefundenen Zahl die wahre Größe des Gegenstandes zu erfahren. Wo solche Angaben fehlen, muß man ein zweites Glasmikrometer unter das Objectiv, also auf den Tisch legen, und dann bei der Beobachtung das Ocular so drehen, daß die Theilstriche des einen Mikrometers genau über die Theilstriche des unter dem Objectiv befindlichen Mikrometers zu liegen kommen. Man sieht dann sogleich, in welchem Verhältniß die Theilstriche des einen Mikrometers zu denen des andern stehen. Das unter dem Objectiv liegende Mikrometer giebt dann die wirkliche Größe des Objects an. Wenn z. B. 10 Theilungen des Ocularmikrometers 25 Theile des Objectivmikrometers decken und der Durchmesser des mikroskopischen Bildes 5 Theilungen des Ocularmikrometers mißt, so beträgt die wirkliche Größe des Objects $^1/_8$ Millimeter oder $^1/_{80}$ Zoll.

Andere bei mikroskopischen Untersuchungen unentbehrliche Instrumente und Werkzeuge sind eine Anzahl Objectenträger und Deckgläser, einige scharfe Präparirmesser und Präparirnadeln, eine Schere, eine Pincette, eine Vorrichtung zum Schneiden zwischen Kork, ein Schleifstein, ein Streichriemen, einige Haarpinsel, einige Uhrgläser, Glasstäbchen, Porzellanschälchen, eine Spirituslampe, eine Anzahl chemischer Reagentien, endlich eine gute Loupe und wo möglich ein Doublett. Als Objectenträger dienen länglich viereckige Glasplatten von etwa zwei pariser Zoll Länge, zehn Linien Breite und einer Linie Dicke. Dieselben müssen farblos sein und dürfen keine Blasen enthalten, werden daher am besten aus Spiegelglas verfertigt. Die Deckgläser sind kleine viereckige, ganz dünne Plättchen von farblosem Glase, etwa $^1/_2$ Zoll ins Gevierte. Dergleichen werden jetzt in England sehr gut geblasen. Noch besser sind die geschliffenen Deckgläschen, dieselben sind aber ungleich theurer. Als Präparirmesser bedient man sich am besten haarscharfer englischer Rasirmesser, deren eine Fläche ganz eben geschliffen ist. Beim Schneiden muß die ebene Fläche des Messers der Oberfläche des Gegenstandes, von dem man Etwas abschneiden will, zugekehrt sein. Nach jedem zweiten oder dritten Schnitte muß das Messer ein Paar Mal über den Streichriemen gezogen werden. Die Präparirnadeln müssen aus hartem Stahl gefertigt, nicht zu schwach, aber ganz fein zugespitzt und an einem Heft befestigt sein. Die Spitze muß man immer rostfrei halten und deshalb von Zeit zu Zeit auf einem feinen Schleifstein unter häufigem Umdrehen abschleifen. Außer geraden Nadeln bedarf man bei manchen Untersuchungen auch Nadeln mit hakenförmig gebogener Spitze. Die Nadeln kommen besonders beim Präpariren während der mikroskopischen Beobachtung in

Anwendung, und müssen schon deshalb möglichst feine Spitzen haben, sonst erscheinen sie im mikroskopischen Bilde, wenigstens bei starken Vergrößerungen, wie plumpe Zaunpfähle und stören die Beobachtung. Die Pincette oder Zange zum Anfassen kleiner Gegenstände muß aus Stahl verfertigt sein, und sehr feine genau auf einander treffende, an der innern Seite vollkommen glatte Spitzen haben. Um zarte Durchschnitte von Pflanzenstengeln, Wurzeln, Blättern und anderen stiel- und flächenförmigen Körpern zu erhalten, bedient man sich am zweckmäßigsten eines der Länge nach durchschnittenen Korkstöpsels, zwischen dessen Hälften man den Gegenstand einpreßt, worauf man von dem Korkstöpsel zarte Scheibchen in einer auf der Längenaxe des Korkes senkrechten Richtung abschneidet. Gleichzeitig mit dem Korkscheibchen erhält man dann auch zarte Durchschnitte des eingepreßten Gegenstandes. Auf diese Weise kann man sich auch Durchschnitte von thierischen Stacheln und Borsten und selbst von Haaren verschaffen. Da letztere sehr dünn sind, so klebt man eine Anzahl Haare mittelst Gummilösung zusammen, und zerschneidet sodann den dadurch erhaltenen stielförmigen Körper auf die angegebene Weise. Der Bequemlichkeit wegen verbindet man die beiden Hälften des zerschnittenen Korkstöpsels auf einer Seite dadurch, daß man hier ein Stückchen Leinwand um den Stöpsel klebt, so daß dieser wie eine zweischalige Muschel sich aus einander klappen läßt. Die wichtigsten chemischen Reagentien sind ganz reiner Weingeist (Alkohol), Aetzkalilösung, Jodlösung, verdünnte englische Schwefelsäure (3 Theile Schwefelsäure und 1 Theil Wasser), Chlorzink-Jodlösung, Salpetersäure, Auflösung von salzsaurem Kalke, Citronenöl, Oelsüß, Copallack, Canadabalsam und Zuckerlösung. Die Auflösung von salzsaurem Kalk, das Oelsüß, der Copallack und Canadabalsam dienen zum Aufbewahren mikroskopischer Präparate, worüber weiter unten das Nöthige gesagt werden soll. Die übrigen Reagentien kommen vorzüglich bei Untersuchungen der chemischen Beschaffenheit pflanzlicher oder thierischer Gewebe in Anwendung. Die anzuwendende Loupe braucht keine starke Vergrößerung zu liefern, wol aber muß sie ein scharfes Bild und ein weites Gesichtsfeld geben. Eine Doppelloupe, d. h. eine solche mit zwei über einander zu schiebenden Linsen von etwa fünffacher Linearvergrößerung, ist am meisten zu empfehlen. Der Mechaniker Zeiß in Jena verfertigt vortreffliche Loupen dieser Art. Außer der Loupe, welche dazu dient, sich über die allgemeinen Formenverhältnisse des zu untersuchenden Gegenstandes zu unterrichten, ist auch noch ein sogenanntes Doublett wünschenswerth, ja zur Anfertigung feiner Präparate ist ein solches Instrument fast unentbehrlich. Doublett nennt man ein einfaches zum Präpariren eingerichtetes Mikroskop mit Doppellinsen. Ein solches Instrument muß außer guten Doppellinsen einen feststehenden nicht allzu kleinen Tisch mit darunter befindlichen Reflexionsspiegel und Beleuchtungslinse besitzen und an einem Stativ befestigt sein. Auf dem Tische müssen ein Paar Federklammern zum Festhalten der Objectenplatte angebracht sein. Sehr zu empfehlen sind die in neuester Zeit von Zeiß in Jena verfertigten Doubletts, welchen auf Verlangen 3 bis 6 Doppellinsen beigegeben werden, die eine 15-, 30-, 50-, 120-, 200- und 300fache Linearver-

größerung liefern. Ein solches mit 3 Linsen versehenes Doublett kostet mit dem Kasten, auf dessen Deckel das Instrument aufgeschraubt wird, und einer Anzahl von Objectplatten und Deckgläsern blos 11 Thaler, ein solches mit 4 Linsen 13 Thaler. Aus den namhaft gemachten Vergrößerungsgraden geht hervor, daß ein solches Doublett in vielen Fällen das zusammengesetzte Mikroskop ersetzen kann; diese Doubletts sind daher Anfängern oder Solchen, welche sich ein zusammengesetztes Mikroskop nicht kaufen können und doch gern mikroskopische Beobachtungen zu ihrer Belustigung machen wollen, sehr zu empfehlen.

Da ich mir einbilde, daß meine lieben Leser, wenn sie dieses Büchlein durchgeblättert haben, Lust bekommen werden, selbst mikroskopische Untersuchungen zu machen, so halte ich es für meine Pflicht, hier einige wohlgemeinte Winke über den Gebrauch des Mikroskops einzuschalten. Zunächst aber muß ich wol angeben, woher man die besten Instrumente beziehen kann. Die anerkannt besten Mikroskope und bei mikroskopischen Untersuchungen nöthigen Instrumente und Apparate werden gegenwärtig von Oberhäuser, Chevalier und Nachez in Paris, von Amici in Florenz, von Plößl in Wien, von Schieck, von Bénèche und Wasserlein und von Wappenhans in Berlin, von Merz und Söhne in München, von Robert in Greifswald, von Kellner in Wetzlar und von Roß in London verfertigt. Für die am zweckmäßigsten eingerichteten und vortrefflichsten Mikroskope gelten gegenwärtig diejenigen von Oberhäuser (Place Dauphine, Nr. 19 in Paris) und Bénèche und Wasserlein (Leipzigerstraße, Nr. 80 in Berlin). Auch Wappenhans (Besselstraße, Nr. 18 in Berlin) hat in neuester Zeit vortreffliche Instrumente geliefert. Die Instrumente von Schieck (Marienstraße Nr. 1. a. in Berlin) und Plößl, welche noch vor wenigen Jahren für die allerbesten galten, stehen denen von Oberhäuser und Bénèche weit nach. Bénèche und Wasserlein liefern gegenwärtig höchst vortreffliche kleine Mikroskope mit 3 Objectivsystemen und Oculären, welche eine 25- bis 400fache Linearvergrößerung geben und folglich für die meisten Untersuchungen vollkommen ausreichen. Ein solches höchst zweckmäßig eingerichtetes Mikroskop kostet mit dem Kasten und Zubehör blos 30 Thaler. Aehnliche, ebenfalls vortreffliche Mikroskope liefert auch Oberhäuser; dieselben kosten 100 Francs. Auch die mittelgroßen und kleinen Mikroskope von Wappenhans zu 50 und 55 Thalern (die ersteren gewähren eine 35- bis 700fache Linearvergrößerung) verdienen empfohlen zu werden. Die kleinen Mikroskope von Schieck und Plößl sind weniger zu empfehlen. Was die großen Mikroskope anlangt, so ist ein gutes unter 130 Thaler wol nicht zu haben. Die größten englischen Mikroskope, welche mit einer Menge von zum großen Theil unnöthigen Nebenapparaten versehen zu sein pflegen, kosten 500 bis 800 Thaler.

Wenn sich nun unsere lieben Leser irgend ein Mikroskop kaufen wollen, so müssen sie dasselbe vor allen Dingen prüfen, ob es den an dasselbe zu stellenden Anforderungen auch wirklich entspricht, d. h. ob die Vergrößerungen ein klares, deutliches Bild mit scharfen Contouren geben. Zur Prüfung der Güte der Mikroskope wendet man jetzt gewöhnlich die staubartigen Schuppen von

Schmetterlingsflügeln (besonders die Schuppen der Hipparchia Janira, eines in Deutschland auf Wiesen ziemlich häufigen Tagschmetterlings), so wie die Kieselpanzer der Diatomeen (s. den ersten Abschnitt), besonders der Navicula Hippocampos an. Die wie kleine Federn gestalteten Schmetterlingsschuppen pflegen nämlich der Länge nach gerippt und diese Rippen der Quere nach fein linirt zu sein (s. unten Fig. 118) und die Kieselpanzer der Diatomeen sind auf einer Seite mit höchst feinen Querlinien, auf der andern mit noch feineren sich kreuzenden Linien versehen (s. Fig 6.). Wenn nun das in Frage stehende Mikroskop die Querstreifen der Hipparchiaschuppen bei einer 300 bis 400 maligen Vergrößerung als scharfe von einander getrennte Parallellinien deutlich zeigt, so kann man das Mikroskop getrost kaufen, und darf dann versichert sein, ein vortreffliches Instrument zu besitzen. Wenn jenes aber nicht der Fall ist, so würde zum Kaufe des Instruments nicht zu rathen sein. Beiläufig bemerke ich, daß alle Mikroskopverfertiger jene Schmetterlingsschuppen vorrätbig haben müssen. Dieselben pflegen auch jedem Mikroskop zur Prüfung beigegeben zu werden.

Hat man sich nun ein Mikroskop gekauft und will man dasselbe gebrauchen, so sind vor Allem folgende Winke zu beachten:

1. Alle Objecte, welche mit durchgehendem Lichte untersucht werden sollen (das durchgehende Licht ist dem auffallenden stets vorzuziehen und muß daher, wo es nur irgend möglich ist, in Anwendung gebracht werden) müssen so dünn gemacht werden, daß sie das vom Spiegel reflectirte Licht vollständig durchgehen lassen. Daher müssen die mit dem Rasirmesser aus freier Hand oder zwischen den Korkstöpselhälften zu fertigenden Schnitte so zart als nur irgend möglich gefertigt werden, was freilich erst nach längerer Uebung gelingt. Von harten Körpern, z. B. versteinertem Holze, Steinkohlen, Mineralien, Knochen u. a. müssen feine Splitter abgeschlagen und dieselben mittelst einer feinen Feile oder eines Schleifsteins so lange abgeschliffen werden, bis sie durchsichtig geworden sind.

2. Die gefertigten Präparate untersucht man zunächst mit der Louve und dem Doublett, ob sie so gerathen sind, daß sie sich zur eigentlichen mikroskopischen Untersuchung eignen und präparirt sie, sollte dies nicht der Fall sein, auf dem Tische des Doubletts bei einer etwa 15fachen Vergrößerung weiter.

3. Die Präparate werden vermittelst eines angefeuchteten Haarpinsels auf die Objectplatte gebracht, und vermittelst eines Glasstäbchens mit einem Tropfen reinen Wassers benetzt, worauf man ein Deckplättchen darüber deckt und so viel wie möglich alle Luftblasen aus dem Wasser entfernt. Manche Objecte dürfen nicht unter Wasser beobachtet werden. Dahin gehören z. B. die Sporen der Kryptogamen und die Blüthenstaubkörnchen (s. unten), welche in einen Tropfen Citronenöl gebracht werden müssen.

4. Man beobachte, wenn irgend möglich, bei hellem Tageslicht, und wähle in diesem Falle ein nach Norden gerichtetes Fenster zur Aufstellung des Mikroskops, da man dann das beständigste Licht hat und nicht durch directe Sonnenstrahlen gestört wird. Ein Himmel mit weißen Wolken giebt das beste Licht. Die directen Sonnenstrahlen dürfen niemals als durchgehendes Licht benutzt werden,

weil dann die Farbenzerstreuung die Contouren des Objects mit farbigen Streifen umgiebt und zahllose Täuschungen herbeiführen kann. Dagegen kann man das Sonnenlicht bei der Beobachtung opaker Körper anwenden, besonders wenn man nur mit schwachen Vergrößerungen arbeitet. Ist man genöthigt, des Abends Untersuchungen vorzunehmen, so ist ein helles Lampenlicht das passendste. Man thut dann sehr gut, wenn man ein dünnes, mit Oel getränktes Papierblättchen über das unter dem Objectentisch befindliche Diaphragma legt, indem dadurch die Beleuchtung des Sehfeldes wesentlich verbessert wird.

5. Während der Beobachtung bringe man das Auge so nahe als möglich an das Ocular, indem man dann das größte Gesichtsfeld hat und durch fremdes Licht nicht gestört wird. Man gewöhne sich, auch das nicht beobachtende Auge offen zu halten und mit jedem Auge für sich zu sehen. Letzteres ist namentlich beim Zeichnen des mikroskopischen Bildes fast unentbehrlich.

6. Man beginne die Beobachtung mit einer schwachen Vergrößerung und wende nach und nach und methodisch die stärkeren an. Die schwachen Vergrößerungen gestatten nämlich einen viel größern Theil des Objects zu übersehen, und dienen deshalb dazu, sich im mikroskopischen Bilde zu orientiren und diejenigen Stellen desselben aufzusuchen, welche einer stärkern Vergrößerung unterworfen werden müssen. Eine 50- bis 100fache Vergrößerung ist dazu besonders geeignet. Unter den stärkeren, später anzuwendenden Vergrößerungen ist eine 3- bis 400malige die beste, weil diese noch einen bedeutenden Theil des Objects übersehen läßt und noch ein sehr helles Bild giebt.

7. Man combinire lieber starke Objective mit schwachen Oculären als umgekehrt, weil starke Objective ein schärferes Bild geben, als starke Oculare.

8. Um bei Anwendung starker Vergrößerungen, wo das Objectiv dem Object sehr genähert werden muß, das Aufstoßen des Objectivs auf das Deckglas, und in Folge davon das Zerbrechen des letztern, die Zerstörung des Objects oder wol gar das Verderben des Objectivs zu vermeiden, schraube man, ehe man die Beobachtung beginnt, ohne in das Mikroskop zu sehen, während man vielmehr horizontal über das Deckglas wegsieht, das Mikroskop so weit abwärts, bis das Objectiv sich fast vollkommen dem Deckglase genähert hat, d. h. mehr als es nothwendig ist, und suche hierauf, während man in das Mikroskop sieht, durch Aufwärtsschrauben des letztern die passende Einstellung auf.

9. Bei Anwendung chemischer Reagentien, welche Dämpfe entwickeln (z. B. Jodlösung, Salpetersäure, Salzsäure, englische Schwefelsäure), läuft häufig das Objectivglas an. Man muß dasselbe dann sogleich abwischen, damit es nicht matt werde. Ueberhaupt muß man sowol die Gläser des Mikroskops, als die Objectplatten und Deckplättchen möglichst rein halten und dieselben nach jedesmaligem Gebrauche abwischen. Man bedient sich dazu am besten alter ausgewaschener weicher Leinwand so wie Fliedermarks. Das zum Reinigen der Objectiv- und Oculargläser bestimmte Tuch darf niemals zum Abwischen der Glasplatten gebraucht werden.

10. Man hüte sich vor Täuschungen, sehe z. B. Luftblasen im Wasser, welche als helle von einem dunklen scharf begrenzten Rande umgebene Kreise erscheinen, nicht für Objecte an.

11. Das Mikroskop giebt stets ein umgekehrtes Bild von dem Objecte. Was also in der Wirklichkeit rechts ist, erscheint unter dem Mikroskop links, und was links, rechts.

12. Man gewöhne sich daran, Alles, was man sieht, sogleich auf ein neben dem Mikroskop liegendes Papier zu notiren. Entwirft man eine Zeichnung des mikroskopischen Bildes, so füge man derselben sofort die Angabe der angewendeten Vergrößerung bei. Ueberhaupt befolge man eine bestimmte Methode bei mikroskopischen Untersuchungen, denn nur eine solche kann genaue Resultate liefern.

13. Will man das mikroskopische Bild zeichnen, so muß man, ist man im Zeichnen nicht geübt, während man mit dem linken Auge in das Mikroskop sieht, das Bild auf ein rechts neben dem Mikroskop liegendes Blatt Papier übertragen, indem man die Zeichnung mit dem rechten Auge controlirt. Diese Methode des Doppeltsehens erfordert indessen eine große Uebung. Ein geübter Zeichner hat dieselbe nicht nöthig. Diesem wird es genügen, von Zeit zu Zeit in das Mikroskop zu sehen, um das mikroskopische Bild getreu wiederzugeben. Will man eine ganz genaue Copie des Bildes haben, so muß man einen besondern Apparat anwenden, welcher das mikroskopische Bild auf ein neben dem Mikroskop befindliches weißes Papier wirft. Dann braucht man blos den Umrissen mit dem Bleistift (oder dem Pinsel) zu folgen. Solche Apparate sind das Zeichnenprisma und die Camera lucida. Allein die Handhabung dieser Apparate ist oft mit Schwierigkeit verbunden und setzt immer viel Geschicklichkeit und Uebung voraus. Dazu kommt, daß diese Apparate, besonders die Camera lucida, sehr kostspielig sind.

14. Gut gelungene Präparate werfe man nicht weg, auch wenn man davon mikroskopische Bilder gezeichnet hat, sondern hebe sie sorgfältig auf, um sie zu jeder Zeit wieder benutzen und sich von der Wahrheit des Gesehenen überzeugen zu können. Solche Präparate muß man aber gegen äußere Einflüsse, als Staub, Verdunstung der in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit, Verwitterung, Fäulniß u. s. w. schützen. Dies kann man auf verschiedene Weise erzielen. Trockene Präparate (z. B. Schnittchen von Hölzern, Splitter von Steinen, Knochen, Zähnen, Kieselpanzer von Diatomeen, Polythalamienschalen, Schmetterlingsschuppen u. s. w.) legt man zwischen zwei kleine länglich viereckige Glasplatten von höchstens 1 Linie Dicke, und verklebt deren Ränder, um den Staub abzuhalten, mit Papier, oder verkittet die Platten an den Rändern mit in Weingeist aufgelöstem Siegellack. Präparate dagegen, welche nur im frischen Zustande und in einer durchsichtigen Flüssigkeit der mikroskopischen Beobachtung unterworfen werden können (z. B. alle grünen frischen Pflanzentheile, weiche thierische Gewebe, als Muskelfasern, Nerven, Haut-, Sehnen- und Knorpelpräparate, Infusorien u. s. w.) muß man in einem Tropfen einer durchsichtigen wasserhellen Flüssigkeit auf eine geschliffene Glasplatte bringen, um die Ränder dieser Platte ein Streifchen Gummipapier kleben, damit ein erhabener Rand gebildet werde, hierauf eine zweite Glasplatte

von derselben Größe darüber legen und die Ränder beider Platten mittelst aufgelösten Siegellacks verkitten. Je nach der Natur der Präparate sind verschiedene Flüssigkeiten anzuwenden. Alkohol, Terpenthinöl, Copal- und Canadalack, Chlorcalciumlösung (Auflösung von salzsaurem Kalk) und Oelsüß sind die gewöhnlichsten Aufbewahrungsflüssigkeiten. Alkohol und Terpenthinöl sind besonders für thierische Gewebe, Copal- und Canadalack für Holzpräparate, namentlich auch für fossile Hölzer, Chlorcalciumlösung*) und Oelsüß für frische Pflanzengewebe zu empfehlen. Letztere beiden Flüssigkeiten verdunsten nicht, weshalb bei deren Anwendung die Glasplatten nicht luftdicht verschlossen zu sein brauchen.

Die Beschränktheit des Raumes gestattet mir nicht, mich ausführlicher über die im Vorstehenden erörterten Gegenstände auszusprechen. Will sich der geehrte Leser über das bei mikroskopischen Untersuchungen zu beobachtende Verfahren, sowie über die Mikroskope und mikroskopischen Apparate gründlich unterrichten, so muß ich ihn auf die folgenden Schriften verweisen, in denen er Alles, was er zu wissen begehren kann, finden wird, nämlich:

Hugo v. Mohl, Mikrographie, oder Anleitung zur Kenntniß und zum Gebrauche des Mikroskops. Tübingen (bei L. F. Fues), 1846. 8.

Hannover, das Mikroskop, seine Construction und sein Gebrauch. Mit 41 Abbildungen. Leipzig (bei L. Voß), 1854. kl. 8.

Schacht, das Mikroskop und seine Anwendung, insbesondere für Pflanzenanatomie. Zugleich ein einleitender Unterricht in die Physiologie der Gewächse. Mit 51 in den Text gedruckten Holzschnitten und 111 Abbildungen auf 5 lithographirten Tafeln. Zweite verbesserte und stark vermehrte Auflage. Berlin (bei G. W. F. Müller), 1855. 8.

Da es viel Unterhaltung und Vergnügen gewährt, gute mikroskopische Präparate unter dem Mikroskope zu betrachten, die Anfertigung derselben aber viel Uebung erfordert und daher dem Anfänger gewöhnlich nicht gelingt, so will ich den verehrlichen Leser hier noch auf eine Anstalt aufmerksam machen, von welcher man vortreffliche mikroskopische Präparate aller Art beziehen kann. Es ist dies das mikroskopische Institut von Engell u. Comp. in Zürich, welches alljährlich ein- oder zweimal eine Sammlung von 25 mikroskopischen Präparaten, die von einer dieselben erläuternden Broschüre, wol auch von Abbildungen begleitet sind, ausgiebt. Jede Lieferung kostet in schöner Ausstattung 4 Thaler. Diese Lieferungen können von der Handlung Schäffer u. Budenberg in Magdeburg bezogen werden, indem das Institut derselben den Debit seiner Prä-

*) Die Chlorcalciumlösung hat jedoch einen Uebelstand, nämlich den, daß sie ein bedeutendes Lichtbrechungsvermögen besitzt, welches verursacht, daß die in solcher Flüssigkeit aufbewahrten Präparate unter dem Mikroskop mit weniger scharfen Umrissen erscheinen, als wenn sie in reinem Wasser betrachtet werden. Auch wirkt das Chlorcalcium auf gewisse Pflanzentheile verändernd ein. So schwellen die Stärkemehlkörner darin wie in siedendem Wasser auf, der Primordialschlauch (s. unten) wird stark zusammengezogen, die Körnchen des Pflanzengrüns werden verändert u. s. w. In solchen Fällen muß man sich des Oelsüßes bedienen. Dasselbe eignet sich auch vortrefflich zur Aufbewahrung thierischer Präparate.

parate für Deutschland übertragen hat. Dieselbe Firma nimmt auch alle Bestellungen und Aufträge an das Institut an. Letzteres liefert auf Verlangen Specialsammlungen aller Art.

Zum Schlusse dieser Einleitung mögen hier noch einige Bemerkungen über die Geschichte des Mikroskops und über das sogenannte Sonnen- und Hydrooxygengasmikroskop folgen, da manchem meiner Leser wol auch hierüber einige Belehrung wünschenswerth sein dürfte. Die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops schreibt man Zacharias Joannides oder Jansen, einem Holländer, zu. Sein im J. 1590 von ihm erfundenes Mikroskop bestand aus einer Kupferröhre von 6 Fuß Länge und einem Zoll Durchmesser! Die erste bedeutende Verbesserung machte der Engländer Hooke (1656). Sein Mikroskop maß drei Zoll im Durchmesser, sieben Zoll in der Länge und konnte mittelst vier in einander geschobener Röhren verlängert werden. Es besaß eine kleine Objectivlinse, eine Collectivlinse und eine starke Ocularlinse. Im J. 1729 erfand der Engländer Hall die achromatischen Linsen, allein bei dem Mikroskop wurden achromatische Linsen erst im J. 1778 durch Nikolaus Faß eingeführt. Gleichwol waren Fraunhofer's achromatische Mikroskope (1811) die ersten, welche zu wissenschaftlichen Forschungen angewendet wurden. Seit dieser Zeit machte die Vervollkommnung des zusammengesetzten Mikroskops reißende Fortschritte. Die meisten Verdienste erwarben sich Vincent und Charles Chevalier, Selligues, Amici, Plößl, Oberhäuser und die übrigen obengenannten Optiker. Das Sonnenmikroskop wurde im J. 1738 von Lieberkühn erfunden und später von Cuff, Gleichen, Martin und Chevalier bedeutend verbessert. Bei demselben wird ein beweglicher Planspiegel auf der Außenseite des Fensters angebracht, um die Sonnenstrahlen aufzufangen. Letztere werden von diesem Spiegel auf eine große doppelt convexe Linse geworfen, welche in dem Fensterladen des übrigens vollkommen finstern Zimmers angebracht ist. Diese Linse concentrirt die Strahlen in ihrem Brennpunkte. Zu ihrer Verstärkung dient eine zweite doppelt oder plan convexe Linse; beide Linsen sind in eine kegelförmige, inwendig geschwärzte Röhre eingefügt. Das Object wird im Brennpunkte der großen Sammellinse angebracht und daher sehr hell beleuchtet. Das Bild wird durch ein aus drei achromatischen Linsen von verschiedener Stärke bestehendes Objectiv erzeugt und auf einen weißen hinter dem Instrument befindlichen Schirm geworfen. Ganz ähnlich ist das in neuerer Zeit anstatt des Sonnenmikroskops in Gebrauch gekommene Hydrooxygenmikroskop construirt. Die Beleuchtung geschieht bei demselben durch das sogenannte Drummond'sche Licht, welches durch die Verbrennung von Wasserstoff- und Sauerstoffgas auf einer Kreidekugel in einer viereckigen Büchse, in welche die Gase aus zwei Gasometern geleitet werden, erzeugt wird. Eine noch viel stärkere Beleuchtung, welche diejenige durch das directe Sonnenlicht weit übertrifft, kann durch das sogenannte elektrische Kohlenlicht hervorgebracht werden, das man gewinnt, wenn man einen elektrischen Strom aus einer starken galvanischen (Volta'schen) Batterie zwischen zwei Kohlenspitzen durchgehen läßt. Alle diese Mikroskope bringen kolossale Vergrößerungen hervor,

sind aber zu wissenschaftlichen und überhaupt zu speciellen Untersuchungen durchaus nicht brauchbar, theils, weil den durch sie erzeugten Bildern die nöthige Schärfe fehlt, theils weil man die Objecte während der Beobachtung nicht weiter präpariren kann, theils weil nur wenige Objecte die durch die Concentration der Wärmestrahlen erzeugte, sehr bedeutende Hitze ertragen, ohne sofort zu Grunde zu gehen. Wol aber eignen sich solche Mikroskope, die beiläufig bemerkt viel Geld kosten, namentlich auch wegen der bei ihrer Anwendung zu treffenden Vorbereitungen und wegen der erforderlichen Nebenapparate, sehr gut zu populären und unterhaltenden Vorträgen über die Mikroskopie. Man findet sie daher auch nur in den Händen umherreisender Optiker, welche damit öffentliche Schauvorstellungen zu geben pflegen.

Diese Bemerkungen werden genügen, um den freundlichen Leser mit dem Instrumente, dessen Wirkung dieses Büchlein offenbaren soll, bekannt zu machen. Er wolle mir gestatten, ihn nun sofort in die verschiedenen Regionen der durch das Mikroskop dem Menschen erschlossenen Wunderwelt einzuführen.

Erster Abschnitt.

Die mikroskopische Wunderwelt des Wassers.

Daß das Wasser eine Hauptquelle des pflanzlichen und thierischen Lebens bildet, daß unzählbare Millionen belebter Geschöpfe im Wasser ihre Wohnung haben und daselbst ihre Nahrung finden, das setze ich als allgemein bekannt voraus. Oder vermagst Du denn die Tausende und aber Tausende von sogenannten Wasserlinsen zu zählen, welche die Oberfläche eines einzigen Weihers gleich einem hellgrünen Teppich bedecken? Werfen wir einen forschenden Blick in die klare Fluth jenes von hohem Schilf umgürteten Teiches, dessen spiegelglatte, das Blau des Himmels zurückstrahlende Fläche hier und da mit malerischen Gruppen der großen, runden, glänzend grünen Blätter und weißen und gelben Blumen der Wasserlilien (Nymphäen) geschmückt und mit zahllosen verschieden geformten Blättern und Blüthen anderer kleineren Wasserpflanzen bestreut ist. Du wirst erstaunen, welch' vielgestaltiges Leben sich in einem einzigen solcher Teiche regt! Hier klettern zierliche Wasserschnecken an den Stengeln und Wurzeln der genannten Wasserpflanzen empor, dort tummeln sich Hunderte von kleinen krebsartigen Thierchen und Würmchen aller Art in dem dichten hellgrünen Filze, welcher von den feinen Fäden vieler Tausende im Wasser schwimmender und zu wolkenartigen Massen angehäufter Algen gebildet wird. Dazwischen leuchten die schillernden Schuppenpanzer verschiedener Fische, welche die Fluthen in allen Richtungen durchschneiden, während theils im Schlamme des Grundes, theils an der Oberfläche des Wassers zwischen den dichten Pflanzenmassen die plumperen Körper zahlreicher Frösche und Unken hocken. Wie würdest Du erst staunen, konnten wir in die Tiefen des Meeres schauen, oder auch nur die unzähligen und wunderschönen Pflanzen- und Thiergestalten sehen, mit denen der Schöpfer die vom Meere bedeckten Klippen und Sandbänke an den Küsten der Continente und Inseln geschmückt hat. Als ich an einem schönen sonnigen Aprilmorgen bei dem Dorfe Montrédon unweit Marseille zum ersten Male an die dort aus steilen nackten Kalkfelsen gebildeten Gestade des mittelländischen Meeres trat und meine Blicke auf die leise zu meinen Füßen murmelnde krystallhelle Fluth hinabgleiten ließ, da entrang sich ein Ausruf der höchsten

Bewunderung meiner Brust, denn meine Augen erschauten eine niegeahnte Pracht. Der seichte, oft kaum eine Elle hoch vom Wasser bedeckte Grund des Meeres zeigte sich nämlich, so weit ich sehen konnte, mit einem in den brillantesten Farben schimmernden Teppich bekleidet. Der Grund dieses Teppichs bestand aus braunen und grünen Farbentinten, die hineingewebten phantastischen Muster aus Roth, Gelb und Grau in allen möglichen Schattirungen, ja selbst himmelblaue und purpurviolette Nuancen fehlten nicht. Dieser natürliche Teppich war nämlich aus Millionen büschelförmig neben und durch einander wachsender Individuen zahlreicher Arten von Meeresalgen und Pflanzenthieren gebildet. Binnen einer Stunde sammelte ich mehr als dreißig verschiedene Arten von Algen und Tangen, und dennoch dürfte ich noch kaum den dritten Theil aller auf jenem beschränkten Raume wachsenden Arten dieser zierlich geformten Seegewächse mitgenommen haben. Ich konnte es nicht müde werden, auf dem moosartig weichen Algenteppich dieses unterseeischen Gartens umherzugehen und die ebenso seltsamen als schönen, im Sonnenlicht glitzernden Pflanzen- und Thiergestalten zu bewundern. Denn auch Thiere fehlten nicht, doch waren es meist festsitzende, nämlich Schnecken und Polypen. Namentlich die letzteren zeichneten sich durch ihre schöne Färbung aus, indem ihre strauchartig verästelten, mit kleberigem Schleim überzogenen Körper bald in einem dunklen Olivengrün, bald in einem brennenden Purpurviolett, bald in einem durchsichtigen Azurblau prangten. Wie wunderbar erscheinen erst alle diese merkwürdigen Seegewächse und Pflanzenthiere, wenn man ihren innern Bau unter dem Mikroskope betrachtet! Jene unterseeischen Algengärten von Montrédon und anderen Punkten der mittelländischen Küsten sind aber Nichts im Vergleich mit den prachtvollen Algen- und Korallencolonien, welche sich im großen Ocean an den Rändern der unzähligen, durch denselben zerstreuten Koralleninseln ausbreiten und sich bis zu bedeutenden Tiefen in das Meer hinab erstrecken. Und wie viel Billionen von Meerespflanzen und Thieren mag nicht die berühmte von Columbus entdeckte Sargassobank von Corvo und Flores bergen, welche sich im atlantischen Ocean als ein 30 bis 60 Meilen breiter Streifen über 65 Breitegrade ausdehnt und einen Raum von mehr als 35000 Quadratmeilen bedeckt! Dieselbe besteht nämlich lediglich aus angehäuften Individuen des schwimmenden Beerentangs (Sargassum natans), welcher auch anderwärts im Meere vorkommt und die sogenannten schwimmenden Wiesen der Seefahrer bildet. Wer endlich vermöchte das bunte, vielgestaltige Heer der Fische, Mollusken, Crustaceen, Korallen und anderer im Meere lebender Thiere zu zählen?

Und dennoch ist das Leben der Gewässer lange nicht auf die Myriaden von Thieren und Pflanzen beschränkt, welche wir mit unbewaffnetem Auge zu erkennen im Stande sind. Bringe einen einzigen Tropfen aus einem mit Teichlinsen bedeckten Wassergraben oder aus einem stagnirenden Sumpfe, den die Julisonne längere Zeit durchwärmt hat, unter das Mikroskop, betrachte denselben mit einer zwei- bis dreihundertfachen Vergrößerung, und Du fährst fast erschrocken zurück, denn Deinen Blicken erschließt sich eine neue, ungeahnte Welt des Lebens. Da tummeln sich hunderte von kleinen zierlich gestalteten Wesen lustig umher, während

andere wieder langsam, wie träumerisch, sich bald rückwärts, bald vorwärts drehen, oder wol auch ganz unbeweglich an ihrem Platze bleiben. Letztere erkennst Du schon an ihrer schöngrünen Farbe für pflanzliche Gebilde, obwol ihre Form von derjenigen aller Dir bekannten Pflanzen himmelweit verschieden ist, indem sie eher aus Smaragd verfertigten Zierrathen als Pflanzen ähnlich sehen. Desgleichen erkennst Du viele von den umherschwimmenden Wesen sofort als Thiere, denn Du gewahrst an ihnen Ruder- und Saugorgane, eine Mundöffnung, ja bei manchen in ihrem Innern — denn sie sind vollkommen durchsichtig — einen Magen und Eingeweide, bemerkst auch, daß sie sich völlig willkürlich bewegen. Was für Wesen sind aber jene seltsamen kahn- und stabförmigen Gebilde, welche in großer Anzahl zwischen den kleinen Thierchen und Pflänzchen herumschwimmen, und deren Bewegung trotz ihrer Schnelligkeit eine mehr willenlose als willkürliche zu sein scheint? Die grüne Farbe, welche manche von ihnen besitzen, erinnert an pflanzliche Gebilde, während das Bewegungsvermögen mehr für thierische Abstammung zu sprechen scheint. Der geehrte Leser hat dreierlei Klassen von lebenden Geschöpfen vor seinen Augen, nämlich sogenannte Infusionsthierchen (Infusorien), kleine, sehr unvollkommene Pflanzen, sogenannte Desmidieen, und endlich Wesen, welche auf der Grenze zwischen dem Pflanzen- und Thierreich stehen und daher seit langer Zeit ein Zankapfel der Naturforscher gewesen und noch gegenwärtig sind, obwol die Mehrzahl der jetzigen Forscher sie, und wol mit Recht, zu den Pflanzen zählt. Man nennt sie in der Wissenschaft Diatomeen oder Bacillarien. So birgt ein einziger Tropfen Wassers Hunderte von Geschöpfen aus drei verschiedenen Abtheilungen des organischen Lebens! Er kann es wenigstens, denn sein Raum ist groß genug, um nicht nur Hunderte, sondern Tausende jener unendlich kleinen Wesen zu beherbergen. Doch wird man viel häufiger blos Infusorien oder Diatomeen und Desmidieen in einem Wassertropfen und überhaupt in einem und demselben Wasser antreffen, als alle drei Klassen jener mikroskopischen Geschöpfe vereinigt. Dagegen wird man nur selten Wasser finden, das ganz frei von denselben, besonders von Infusorien wäre, denn mit Ausnahme reinen Quell- und Brunnenwassers und klarer schnell fließender Bäche beherbergen alle Gewässer der Erde zahllose mikroskopische Thiere und Pflanzen. Selbst das salzige Wasser des Meeres macht keine Ausnahme, denn auch in diesem, besonders an den Küsten des Landes und im Schlamme des Grundes tummeln sich unzählbare Billionen von Diatomeen und mikroskopischen Thieren. Wir erschrecken ob dieser Bemerkung; ein unheimliches Grausen erfaßt uns bei dem Gedanken, daß wir vielleicht schon oft Tausende von Thieren mit einem einzigen Trunke Wassers verschlungen haben mögen, daß wir uns in keinem Flusse oder Teiche baden können, ohne mit zahllosen uns unsichtbaren Geschöpfen in Berührung zu kommen, mit einem Worte, daß ein noch im kleinsten Raume tausendgestaltiges Leben die Welt der Gewässer durchdringt! Der Schreck, Der Abscheu wird sich mindern, wenn Wir erst nähere Bekanntschaft mit jenen kleinen Geschöpfen gemacht und den Nutzen und den Werth kennen gelernt haben werden, den ein großer Theil derselben für den Menschen hat. Zu diesem Zwecke will ich nun im Folgenden das mikroskopische

Leben der Gewässer zu schildern und durch eine Reihe mikroskopischer Bilder anschaulich zu machen suchen. Und zwar wollen wir mit jenen räthselhaften, auf der Grenze zwischen dem thierischen und pflanzlichen Leben stehenden Geschöpfen beginnen.

Die Diatomeen.

Die Diatomeen oder Bacillarien sind unendlich kleine Geschöpfe, indem bei vielen derselben der Durchmesser blos $^1/_{300}$ Linie beträgt, so daß von diesen 3600 neben einander gelegt werden müßten, um eine Reihe von einem Zoll Länge zu erhalten! Dem bloßen Auge werden diese winzigen Wesen erst bemerkbar, wenn ihrer viele Millionen neben und über einander liegen. Dann nämlich erscheint ihre Gesammtmenge wie ein kleines Häufchen ganz feinen mehlartigen Staubes von gewöhnlich graulichweißer Farbe. Und dennoch, welche wunderbare Mannichfaltigkeit und Schönheit der Form birgt oft ein einziges Häufchen solch unscheinbaren Staubes, zwischen dessen einzelnen Theilchen das unbewaffnete Auge, ja selbst eine zwanzig- und dreißigfache Vergrößerung nicht die geringste Gestaltverschiedenheit nachzuweisen vermag! Wir können uns davon überzeugen, wenn wir die Abbildung Fig. 7 ansehen. Da finden wir eine förmliche Musterkarte von Diatomeenformen, und zwar zum Theil so auffallende und seltsame Formen, daß es schwer fallen wird, zu glauben, daß dergleichen Formen, unter einander gemengt, eine mehlige, durch und durch scheinbar völlig gleichartige Masse geben können. Nur die unendliche Kleinheit der Diatomeen macht dies möglich! Ehe ich den Leser nun mit den einzelnen auf unserm Holzschnitt abgebildeten Formen näher bekannt mache, will ich erst Einiges über die Lebensweise und den Bau jener seltsamen Zwerggeschöpfe vorausschicken.

Fig. 6. Die Schiffchenalge.

Die Diatomeen leben sämmtlich im Wasser, theils in süßem, theils in salzigem (im Meere). Da aber wegen ihrer unendlichen Kleinheit schon ein Wassertropfen für sie ungefähr dasselbe ist, was ein Teich für die oben genannten Wasserlinsen, so wird es begreiflich, daß schon in einer mäßig feuchten Erde Diatomeen leben können, ja daß ein einziger Kubikzoll solcher Erde Tausende und Millionen dieser Geschöpfe zu beherbergen und ihnen das zu ihrem Leben nöthige Wasser

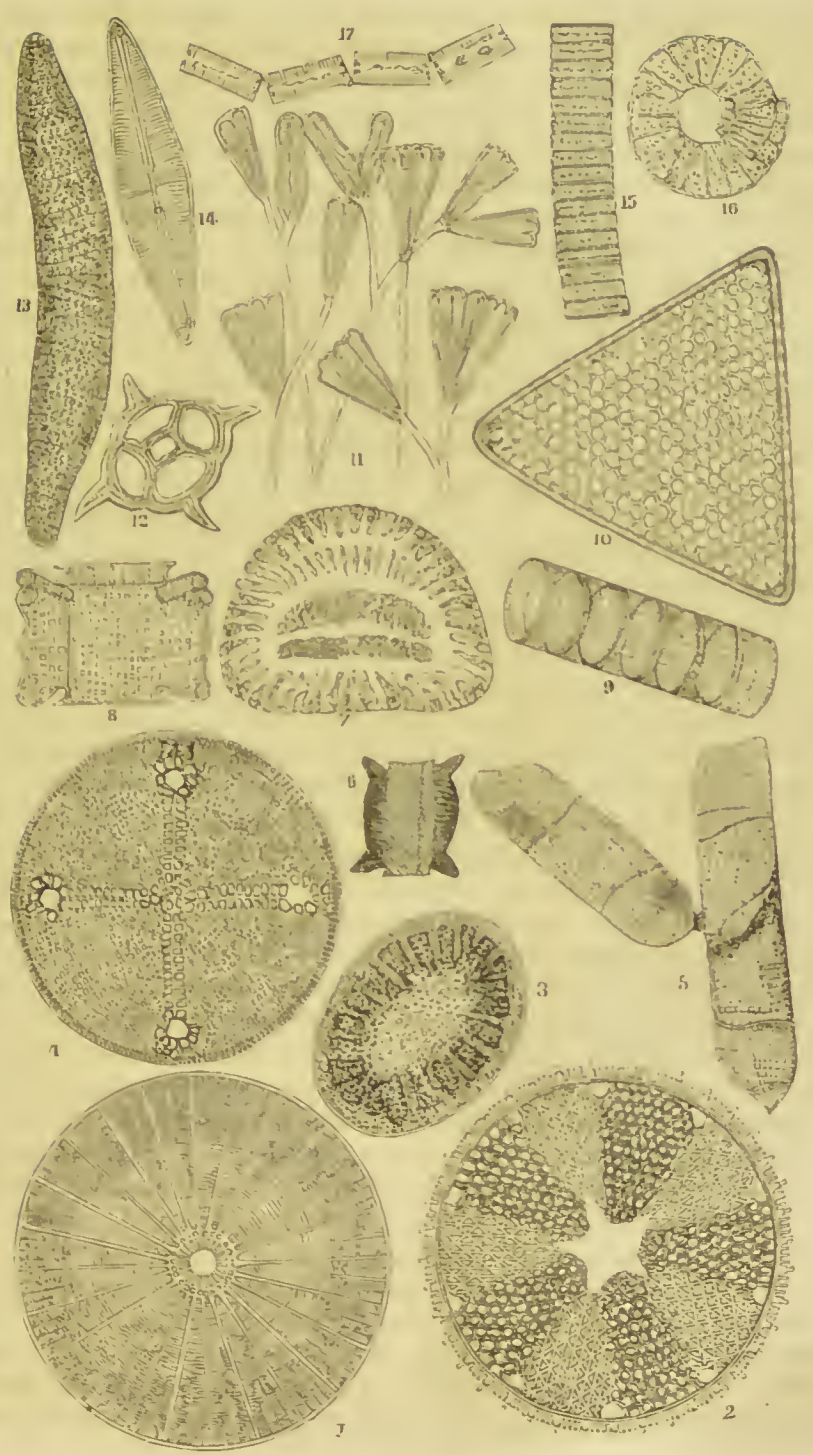


Fig. 7. Diatomeen. Abbildung 1—17.

zu spenden vermag. Der Bau der Diatomeen ist höchst einfach. Ein jedes dieser Geschöpfchen besitzt nämlich ein aus zwei an einander gekitteten Hälften gebildete Schale, welche aus Kieselerde besteht und deshalb auch nach dem Tode des eigentlichen Geschöpfes wohl erhalten bleibt, indem die Kieselerde wegen ihrer Schwerlöslichkeit im Wasser der Verwesung widersteht. Diese Schale, der Kieselpanzer oder die Kieselzelle der Diatomeen genannt, ist häufig stark zusammengedrückt und auf zwei entgegengesetzten Seiten bald der Quere, bald der Länge nach zierlich gestreift (Fig. 7. Abb. 14. 17. 11.), bald in kleine Felder abgetheilt (facettirt) (Fig. 7. Abb. 2. 3. 4. 10.), wol auch strahlenförmig von der Mitte nach dem Rande zu gestreift (Fig. 7. Abb. 1.) oder mit warzenförmigen Erhabenheiten besetzt (Fig. 7. Abb. 2.). Viele der länglichen und spindelförmigen Diatomeen (z. B. Navicula viridis) lassen auf den beiden gestrichelten Seiten einen der Länge nach verlaufenden, von zwei Parallellinien gebildeten Mittelstreifen erkennen (Fig. 6.), den Ehrenberg, welcher die Diatomeen sammt und sonders zu den Infusorien, also zu den Thieren rechnet, für eine Längsspalte hielt, auf den beiden anderen Seiten zwei solche Streifen. In der Mitte jenes Mittelstreifens befindet sich bei manchen eine runde Erhabenheit, welche wegen der Durchsichtigkeit des ganzen Panzers unter dem Mikroskop wie ein Loch erscheint. Ehrenberg erklärte diese beiden einander gegenüber liegenden Stellen für Mund und After. Dagegen befindet sich nach Schleiden an den beiden abgerundeten Enden des Kieselpanzers der Navicula viridis und anderer verwandten Diatomeen wirklich eine große rundlich-viereckige Oeffnung. Der Diatomeenpanzer läßt drei Hauptformen erkennen. Er ist nämlich bald länglich, nach beiden Enden zu verschmälert und auf dem Querschnitt stumpf vierkantig (Fig. 7. Abb. 13. 14.), bald stabförmig, überall gleich dick und auf dem Querschnitt prismatisch (Fig. 7. Abb. 11. 15.), bald in Form einer runden oder rundlichen flach zusammengedrückten Scheibe ausgebildet (Fig. 7. Abb. 1. 7.). Die Diatomeen der letztern Art (die Dictyocheen) kommen häufig in stabförmigen Kolonien vor, indem sie sich mit den großen Flächen ihres scheibenförmigen Leibes an einander legen (Fig. 7. Abb. 9.). Auch die stabförmigen Diatomeen (die eigentlichen Bacillarien, von bacilla, Stäbchen) werden häufig zu Kolonien vereinigt gefunden; letztere pflegen band- oder fächerförmig zu sein (Fig. 7. Abb. 17. 15. 16. 11.). Dagegen leben die länglichen oder spindelförmigen (die eigentlichen Diatomeen), deren Panzer bald gerade, bald bogen-, halbmond-, sichel- oder Sförmig gekrümmt ist, immer einzeln. Eben deshalb läßt sich an diesen das allen Diatomeen eigene Bewegungsvermögen am besten beobachten. Sie schwimmen bald langsam, bald sehr schnell im Wasser umher, weichen sich einander geschickt aus, kurz zeigen eine ächt thierische Bewegung. Die zu Kolonien vereinigten Dictyocheen und Bacillarien können sich natürlich nur dann frei bewegen, wenn es ihnen gelingt, sich von den übrigen loszumachen, doch ist auch dann ihre Bewegung eine viel langsamere und weniger willkürliche, als die der eigentlichen Diatomeen. Diejenigen Bacillarien, welche fächer- oder büschelförmig am Ende eines Stieles gruppirt sind, pflegen fortwährend perpendikelartig hin und her zu schwanken. Das Innere eines jeden Diatomeenpanzers ist

mit einem durchsichtigen, bald wasserhellen, bald bräunlichen, grünlichen oder röthlichen Schleime erfüllt, in welchem gewöhnlich zahlreiche Körnchen von Pflanzengrün (Chlorophyll) und einige wenige Tröpfchen eines rothen Oeles schwimmen. Letztere hat Ehrenberg für sogenannte Augenpunkte (s. die Infusorien) gehalten. Eine innere Organisation läßt sich durchaus nicht wahrnehmen, und daher ist es mehr als gewagt, diese seltsamen Geschöpfe für Infusorien zu erklären, wie es Ehrenberg noch heut zu Tage thut. Denn die Aufnahme fester Stoffe von außen her durch die oben erwähnten Oeffnungen des Panzers, welche der genannte Forscher beobachtet haben will, ist noch sehr zweifelhaft, und würde an und für sich die Frage über die Thier- oder Pflanzennatur der Diatomeen nicht entscheiden, da jene Körper sehr wohl auf rein mechanische Weise, z. B. durch die Wellenbewegung, in das Innere des Panzers gelangen könnten, sollten dessen Oeffnungen wirklich offen sein. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß letztere durch denselben Schleim, der die innere Höhlung ausfüllt, und nach Kützing aus einer mit Wasser verdünnten gummiartigen Substanz (Bassorin) besteht, verschlossen sind, indem nach dem eben genannten Naturforscher, der zu den gründlichsten Kennern der mikroskopischen Geschöpfe gehört, eine jede lebende Diatomee auch äußerlich mit jenem Schleime überzogen ist. Ja die Kolonien der Dictyocheen und Bacillarien sind in einem solchen zähen Bassorinschleime förmlich eingebettet. Derselbe verklebt hier auch die einzelnen Individuen mit einander. Nun giebt es eine große Menge von mikroskopischen einzelligen, d. h. aus einem einzigen hohlen Schlauche (einer Zelle) bestehenden Wasserpflänzchen aus der später zu schildernden Klasse der Algen, die ebenfalls zu Kolonien vereint leben und in einem solchen Bassorinschleim eingebettet sind, Geschöpfe, deren Pflanzennatur bis jetzt noch Niemand, auch Ehrenberg nicht, bezweifelt hat. Schon dieser Umstand kann auf den Gedanken führen, daß die Diatomeen pflanzliche Gebilde seien. Am meisten aber spricht für ihre Pflanzennatur das Vorhandensein des Pflanzengrüns im Innern der Diatomeen, indem bis jetzt jener Farbstoff, der die Ursache von der grünen Farbe der Blätter und der übrigen grün gefärbten Theile aller Pflanzen ist, in ächten Thieren noch nicht aufgefunden worden ist. Kützing hat daher die Diatomeen in die Klasse der Algen versetzt, und die Mehrzahl der Naturforscher ist ihm hierin gefolgt. Daß eine scheinbar willkürliche Bewegung keinen Grund darbietet, um ein damit begabtes Geschöpf sofort für ein Thier zu erklären, dafür liefern die sogenannten Schwärmsporen der Fadenalgen und die Schwärmfäden der Moose, Farrnkräuter und anderer blüthenloser Gewächse, lauter ächt pflanzliche Gebilde, die wir weiter unten kennen lernen werden, einen schlagenden Beweis. Die Fortpflanzung oder Vermehrung der Diatomeen geschieht allerdings auf dieselbe Weise, wie bei den ächten Infusorien, nämlich durch Theilung des Körpers; ganz dieselbe Art der Fortpflanzung kommt aber auch bei einer Unzahl von niederen Algen vor, z. B. bei den schon genannten Desmidieen. Und zwar theilt sich ein jedes ausgewachsenes Diatomeenindividuum in zwei Hälften, von denen eine jede sich schnell wieder zu einem dem Mutterindividuum ähnlichen Individuum umgestaltet. Da die Diatomeen in sehr kurzer Zeit ihre vollständige

Ausbildung und folglich auch die Fähigkeit, sich zu theilen erlangen, so geht die Vermehrung dieser Geschöpfchen ins Unendliche. Denn schon bei der zwanzigsten Theilung beträgt die Nachkommenschaft eines einzigen Diatomeenindividuum über eine halbe Million Individuen! Wegen dieser wahrhaft fabelhaften Vermehrung vermögen diese winzig kleinen Geschöpfe nach und nach mächtige Ablagerungen oder Schichten zu bauen, indem die unverweslichen Kieselpanzer der abgestorbenen Individuen über einander aufgehäuft werden. Wir werden im zweiten Abschnitte dieses Büchleins erfahren, daß Erdablagerungen, ja selbst Gesteinsmassen von ungeheurer Ausdehnung, ganze Berge und Gebirge lediglich aus Anhäufungen von Diatomeenpanzern bestehen. Dadurch aber erhalten diese mikroskopischen Wesen eine hohe Wichtigkeit und Bedeutung für den Menschen. Noch will ich bemerken, daß die Diatomeen ihren Namen davon erhalten haben, daß sie sich durch Theilung vermehren. Derselbe ist nämlich von einem griechischen Beiwort abgeleitet, welches „zertheilt" bedeutet.

Zum Schlusse dieser Betrachtung will ich den Freunden der Wunderwelt, in der wir uns bewegen, die verschiedenen Formen von Diatomeenpanzern erläutern, welche die Holzschnitte **6.** und **7.** darstellen. Auf dem Holzschnitt Fig. **6.** sind drei Arten der Gattung Navicula (Schiffchenalge), in 250facher Linearvergrößerung abgebildet, von denen Navicula hippocampos (1) in stehenden Gewässern häufig gefunden wird. Die beiden anderen Arten, Nav. angulata (2) und Nav. Spencerii (3) sind ungleich seltener. Die am häufigsten vorkommende Art dieser hübschen Gattung ist die schön grüngestreifte Nav. viridis. Von den verschiedenen meist fossilen, d. h. jetzt ausgestorbenen und blos noch in ihren Kieselpanzern vorhandenen Formen, welche Fig. **7.** darstellt, gehören Abb. 1 bis 10. sowie 12. der Gruppe der Dictyocheen, 11. 15. und 16. der Gruppe der Bacillarien, 13. 14. und 17. der Gruppe der eigentlichen Diatomeen an. Abb. 1 ist ein Panzer einer Spinnenwebdiatomee (Arachnoidiscus), so genannt wegen der von dem Centrum nach dem Rande auslaufenden Strahlen, welche den Hauptfäden, und wegen der feineren Querlinien, welche den Nebenfäden eines Kreuzspinnennetzes ähnlich sehen. Abb. 2 ist der Panzer einer Strahlendiatomee (Actinocyclus) von den Bermudischen Inseln. Diese höchst elegante Gattung hat ihren Namen von den strahlenförmigen Vorsprüngen erhalten, mit welchen der Panzer an der Grenzlinie, wo die beiden Hälften des Panzers zusammenstoßen, besetzt ist. Abb. 3 stellt den Panzer einer Cocconeis, Abb. 4 denjenigen eines Coscinodiscus dar. Beide sind, wie auch Abb. 5 u. 8 mit kleinen runden Vertiefungen versehen, welche wie Löcher erscheinen. Davon hat Abb. 4 seinen Namen, der wörtlich Siebscheibe bedeutet, erhalten. Die hier abgebildete, sehr zierliche Art stammt von den Bermudischen Inseln her. Abb. 5 ist die seltsame Isthmia enervis, Abb. 7 der in den Mineralquellen und Mooren von Franzensbad in Böhmen in großer Menge lebende Campylodiscus clypeus. Die letztgenannte Art hat ihren Namen, schildförmige Krummscheibe, von der eigentlichen Gestalt ihres Panzers erhalten, welcher schildförmig und an den beiden Seitenwänden umgebogen, folglich concav-convex ist (s. Abb. 22). Höchst eigenthümliche Formen sind Abb. 6 und 8. Erstere,

das rautenförmige Doppelhorn (Zygoceras rhombus) genannt, besteht aus zwei durch ein kreuzförmig linirtes Mittelband vereinigten Hälften, deren jede zwei hornartige Vorsprünge besitzt; die zweite, das Doppelviereck (Amphitetras) genannt, sieht wie ein auf zwei entgegengesetzten Seiten mit je vier hornartigen Vorsprüngen besetzter Würfel aus. Abb. 9 ist eine stabförmige Kolonie der zierlichen Gallionella sulcata, welche jetzt blos noch fossil im Kreidemergel gefunden wird (s. den zweiten Abschnitt), Abb. 10 eine höchst elegant facettirte Art der Gattung Triceratium (Dreihorn) aus der Mündung der Themse. Abb. 11 stellt gestielte Kolonien der Nägelbacillarie (Gomphonema geminatum), Abb. 12 ein einzelnes Exemplar der schnallenförmigen Netzdiatomee (Dictyocha fibula) dar, eine Gattung, welche ihren Namen von den netzförmig verbundenen Streifen, mit denen ihr Kieselpanzer geziert ist, erhalten hat. Abb. 13 ist eine der Quere nach zierlich gestreifte und mit lochartigen Vertiefungen besetzte Art der fast cylindrischen Gattung Eunotia, Abb. 14 eine Art der Kerndiatomee (Cocconema), einer der Schiffchenalge (Navicula) sehr nahe verwandten Gattung, Abb. 15 eine stabförmige Kolonie der kammförmigen Stückchendiatomee (Fragillaria pectinalis), Abb. 16 eine Kolonie der schrauben- oder spiralförmigen Spaltbacillarie (Meridium circinnale), Abb. 17 endlich eine lose verbundene Kolonie der Flockendiatome (Diatoma flocculosum).

Die Desmidieen.

An die Klasse der Diatomeen schließen sich zunächst die Desmidieen an, eine Gruppe einzelliger mikroskopischer Algen, die ihren von einem griechischen Worte, welches Band bedeutet, abgeleiteten Namen dem Umstand verdanken, daß die Individuen von manchen ihrer Arten zu bandartigen, richtiger bandwurmartigen Kolonien vereinigt vorkommen. Die Desmidieen sind fast ebenso klein, wie die Diatomeen, bieten aber eine noch größere Mannigfaltigkeit und Eleganz der Formen dar, als jene, wovon Fig. 8., die eine Musterkarte dieser niedlichen Pflänzchen enthält, den Leser überzeugen wird. Manche Desmidieen, z. B. Abb. 20, 21 und 35 dieses Holzschnittes sehen den Diatomeengattungen Eunotia, Cocconeis und Navicula ungemein ähnlich. Allein sie, wie überhaupt alle Desmidieen, unterscheiden sich von den Diatomeen durch den Mangel des Kieselpanzers. Die Desmidieenzelle besitzt nämlich blos eine höchst zarte, gallertartig weiche, aus einer durchsichtigen wasserhellen Pflanzensubstanz gebildete Wand und ist daher äußerst vergänglich. Während die Kieselpanzer der Diatomeen sich Millionen von Jahren unverändert erhalten können, überdauert die zarte Hülle der Desmidieen wohl niemals einen Sommer. Dennoch hat Ehrenberg versteinerte, also aus der Vorwelt stammende Desmidieenzellen in manchen Gesteinen, z. B. im Feuerstein gefunden! Der Inhalt der lebenden Desmidieenzelle besteht aus einem durchsichtigen Schleime, in welchem sehr zahlreiche Chlorophyllkörnchen in verschiedener oft höchst regelmäßiger Weise eingebettet liegen. Sehr häufig ist auch der gesammte flüssige Inhalt von, wie es scheint, aufgelöstem Chlorophyll grün

gefärbt. Die Desmidieen besitzen daher immer eine sehr schöne grüne Farbe. Wegen der eigenthümlichen und regelmäßigen Vertheilung des grünen Inhalts und wegen der Farblosigkeit der Hülle, welche natürlich überall, wo der Inhalt nicht grün gefärbt ist, sichtbar wird, gewähren viele dieser seltsamen Pflänzchen einen höchst eleganten Anblick (z. B. Abb. 24 und 29 auf Figur 8). Außer dem Pflanzengrün lassen die Desmidieen keinen körnigen Inhalt noch Oeltropfen erkennen, auch ist ihre Zelle ein ringsum geschlossener Schlauch. Der Bau des Desmidieenkörpers ist daher noch einfacher, als derjenige des Diatomeenleibes, und dennoch, welch unendlicher Formenreichthum tritt uns in dieser Familie mikroskopischer Gewächse entgegen! Denn in Bezug auf Mannigfaltigkeit, Seltsamkeit und Schönheit der Form stehen die Desmidieen unter den mikroskopischen Wassergewächsen unübertroffen da.

Die Desmidieenzelle ist bald stark zusammengedrückt, laub- oder scheibenförmig (Abb. 1. 2. 12. 24. u. a.), bald cylindrisch (33. 35.), bald auf dem Durchschnitt vierkantig (16.), bald kugelig (6.). Sie besteht gewöhnlich aus zwei gleichgestalteten Hälften, welche meist durch zwei tiefe Einschnitte (Abb. 1. 2. 8. 9. 10. 11. 12. 25.), seltener blos durch einen hellen Streifen (Abb. 20. 35.) getrennt sind. An dieser Stelle lösen sich die beiden Hälften später von einander ab, denn auch die Desmidieen vermehren sich vorzugsweise durch Theilung. Die beiden Hälften der Zelle erscheinen in der verschiedenartigsten Weise ausgebildet. Bald sind sie kegelförmig (Abb. 35.), bald hornartig gebogen (20.), bald spindelförmig (25.), bald kahnförmig (19.), bald als schildförmige Lappen (11. 12.), deren Rand entweder ganz (11. 12.), oder mit kurzen Strahlen (9. 10.) besetzt ist, bald als fächerförmig zerschnittene Scheiben (1. 2.), bald als dreieckige oder dreistrahlige Platten (22. 23.), bald als fünf- oder sechseckige und achtstrahlige Sterne (8. 14.) ausgebildet, kurz, sie treten unter Formen auf, welche der gesammten Zelle ein ebenso eigenthümliches als zierliches Ansehen verleihen und die Desmidieen eher als niedliche Zierrathen, als Erfindungen eines Bijouteriefabrikanten, wie als pflanzliche Gebilde erscheinen lassen. Die Eleganz dieser zierlichen Gestalten wird noch erhöht, wenn die Zellenwand äußerlich mit glashellen perlenartigen Erhabenheiten besetzt ist, wie z. B. bei Abb. 1. 8. 10. 11. und 35, oder mit feinen Stacheln, wie bei 18. Bisweilen ist die Desmidieenzelle gleich dem Diatomeenpanzer in eine durchsichtige Schleim- oder Gallerthülle eingebettet (Abb. 8. 31.); am häufigsten pflegt dies bei denjenigen Desmidieen der Fall zu sein, welche zu bandwurmartigen Kolonien vereinigt vorkommen (Abb. 4. 7.). Die Desmidieen zerfallen nämlich in zwei Gruppen, in solche, deren Individuen einzeln leben, und in solche, deren Individuen zu bandartigen Kolonien verbunden sind. Letztere erscheinen in seltenen Fällen verzweigt und zu netzartigen Formen verbunden (Abb. 5.) Die einzeln lebenden werden Closterieen nach der schönen Gattung Closterium benannt, die ihren, der griechischen Sprache entlehnten Namen, welcher Spindel bedeutet, von der spindelförmigen Gestalt ihres Gesammtkörpers (Abb. 20. 35.) oder der beiden Hälften ihrer Zelle (25.) erhalten hat. Die in Kolonien lebenden Gattungen bilden die eigentlichen Desmidieen. Diese pflegen ganz ruhig im Wasser zu schwimmen, während die

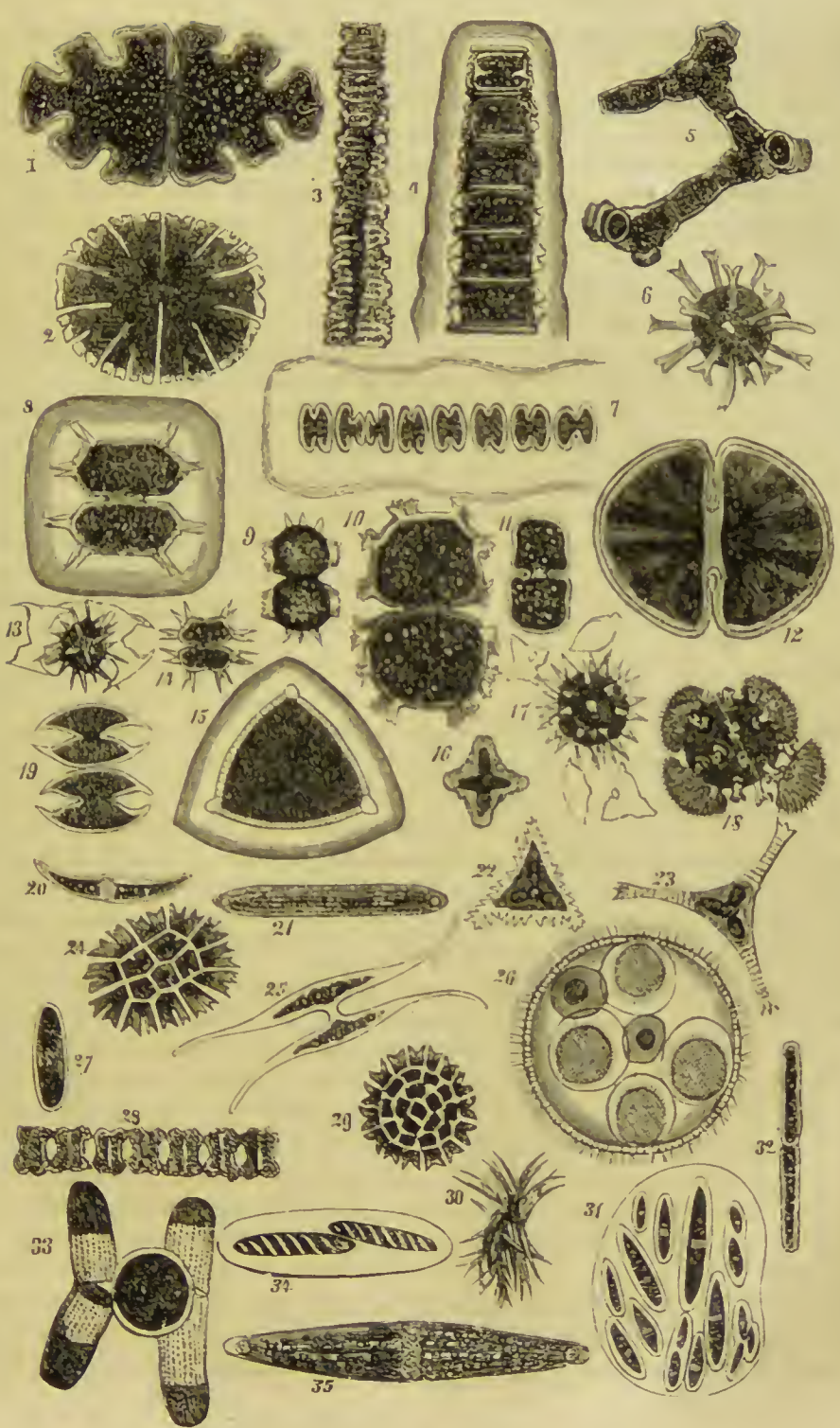


Fig. 8. Die Desmidieen. Abb. 1—35.

Closterieen mit einer eigenthümlichen Bewegung begabt sind, die jedoch ungleich langsamer und willenloser ist als jene der einzeln lebenden Diatomeen. Die Closterieen schweben, sich bald rechts bald links drehend, bald rückwärts bald vorwärts bewegend, wie träumerisch durch das Wasser hin.

Höchst eigenthümlich, ja geradezu wunderbar ist die Fortpflanzung der Desmidieen. Dieselbe geschieht auf zweierlei Art, nämlich sowol durch Theilung der ausgewachsenen Individuen, als durch Bildung einer eigenthümlichen Fortpflanzungszelle oder einer sogenannten „Spore", eines dem Samen der vollkommneren Pflanzen entsprechenden Organs, welches nicht nur bei den Algen, sondern bei allen sogenannten blüthenlosen Pflanzen, zu denen außer den Algen die Pilze, Flechten, Moose, Farrn, Schachtelhalme, Bärlappe und einige andere kleinere Gewächsgruppen gehören, die eigentliche Fortpflanzung vermittelt. Wenn sich ein Desmidieenindividuum theilen will, so dehnt sich die Einschnürungsstelle, d. h. der helle Streifen oder der schmale Zwischenraum, welcher die beiden Hälften der Zelle verbindet, zunächst etwas aus, in Folge dessen die beiden Hälften etwas aus einander geschoben werden. Hier bilden sich nun allmählich zwei ovale Anschwellungen, die sich immer mehr ausdehnen, so daß sie nach und nach die Gestalt der beiden durch sie getrennten Hälften des ursprünglichen Individuums annehmen (s. Fig. 7., wo das zweite Individuum vom linken Ende der Reihe an gerechnet in der Theilung begriffen ist). Nachdem dies geschehen ist, zerfällt das nunmehr viergliederige Wesen in zwei Hälften, von denen eine jede aus einer alten und aus einer neuen Hälfte besteht. Letztere erreicht sehr schnell die Größe und völlige Ausbildung der erstern. Bald nachdem die beiden auf diese Weise aus dem ursprünglichen Individuum entstandenen neuen Individuen ihre vollständige Form erhalten haben, schicken sie sich ihrerseits wieder zur Theilung an, und so können, gerade wie bei den Diatomeen, aus einem einzigen Individuum binnen wenigen Tagen Tausende, ja während eines Frühlings viele Millionen von Individuen entstehen. Der Frühling (April und Mai) ist nämlich die eigentliche Vermehrungsepoche der Desmidieen. Die grünliche Färbung, welche das Wasser vieler Teiche und Gräben um diese Zeit anzunehmen pflegt, dürfte in den meisten Fällen auf der Entwickelung von Billionen von Desmidieenindividuen beruhen, welche durch fortgesetzte Theilung aus den Tausenden von Individuen entstehen, die durch die im Schlamme jener Gewässer ruhenden Desmidieensporen erzeugt werden. Da nämlich die zarten Desmidieenleiber während des Winters sammt und sonders zu Grunde gehen, so wäre ein Fortbestehen dieser zierlichen Pflänzchen trotz ihrer fabelhaften Vermehrung unmöglich, hätte nicht die Natur für eine zweite Art der Vermehrung, oder richtiger für besondere Fortpflanzungsorgane gesorgt, welche alljährlich oder allwinterlich die Fortdauer einer jeden Desmidieenart vermitteln. Es sind dies die sogenannten Sporen, welche wegen der derben Beschaffenheit ihrer Hülle dem zerstörenden Einflusse der Kälte leicht widerstehen, und während des Winters, wie schon bemerkt, auf dem Grunde der von Desmidieen bewohnten Gewässer im Schlamme verborgen liegen. Dieselben entstehen auf eine höchst wunderbare Weise. Zur Hervorbringung einer einzigen Spore

sind nämlich stets zwei Individuen nöthig. Diese legen sich zunächst an einander an und verwachsen sodann gewissermaßen mit einander. Man nennt diesen merkwürdigen Vorgang die Copulation der Desmidieen; derselbe geschieht folgendermaßen. An der einander zugekehrten Seite beider Individuen platzt deren Haut, jedoch nicht vollständig, sondern blos die äußere derbere Schicht derselben, während die innere zarte Schicht aus beiden Individuen durch die entstandene Oeffnung in Form einer convexen Blase hervortritt. Diese beiden Blasen schmiegen sich an einander an, worauf an der Berührungsstelle die zarte Haut aufgelöst wird, so daß beide Blasen alsdann zusammen einen gemeinschaftlichen, von einer zarten Hülle umgebenen Raum bilden, welcher bald eine kugeliche Form annimmt. Hier nun fließt der gesammte Inhalt der beiden Individuen zusammen, ballt sich zu einer Kugel, umgiebt sich mit einer Haut — und die Spore ist fertig. Nachdem letztere ihre vollständige Ausbildung erlangt hat, so trennen sich die beiden entleerten Individuen wieder und gehen bald darauf durch Verwesung zu Grunde. So entsteht aus zwei Individuen ein einziges Wesen; die Copulation oder Sporenbildung der Desmidieen ist folglich ein Verminderungs- und nicht ein Vermehrungsprozeß zu nennen, und dennoch dient derselbe der eigentlichen Fortpflanzung dieser seltsamen Gebilde, dennoch beruht auf ihm allein die Möglichkeit von deren fabelhafter Vermehrung! Denn in jedem Frühjahr erwachen die im Schlamme der stehenden Gewässer begrabenen Sporen der im Sommer oder Herbst des vorhergegangen Jahres durch die Copulation zu Grunde gegangenen Desmidieenindividuen zu neuem Leben; sie keimen, d. h. ihre äußere feste Hülle zerspringt, die innere zartere, die eigentliche Zellhaut dringt hervor, dehnt sich in verschiedener Weise, je nachdem es der Bildungstrieb der Art erheischt, aus, und ein neues Individuum, der Stammvater von Myriaden von Enkeln, welche durch wiederholte Theilung während der warmen Jahreszeit daraus entstehen, ist fertig. So ruhen also in dem schmutzigen Schlamme unserer Teiche während des Winters Millionen von mikroskopischen Keimen eines zukünftigen Lebens, welches um Ostern ebenfalls seine Auferstehung feiert und in tausendfacher, aber stets mikroskopischer Gestalt verkörpert in die Erscheinung tritt! — Die Sporen der Desmidieen sind fast noch seltsamer gestaltet, als die Zellen der Individuen, deren Untergange sie ihr Dasein verdanken. Nur selten nämlich besitzen sie eine glatte Oberfläche, gewöhnlich ist dieselbe mit glashellen Warzen, Zacken, Stacheln und Strahlen besetzt, welche unmittelbare Verlängerungen der äußern derben glasartigen Haut sind (s. 13, 17 u. 18, wo eben entstandene Sporen, noch umgeben von den Trümmern der abgestorbenen, copulirt gewesenen Individuen abgebildet sind). Die Sporen selbst haben meist eine braune oder olivengrüne Farbe und im Verhältniß zu den Individuen eine bedeutende Größe.

Es bleibt mir nun nur noch übrig, dem freundlichen Leser die auf Holzschnitt 8 abgebildeten Formen zu erklären. Abb. 1 ist ein Exemplar des länglichen Schönsterns (Enastrum oblongum), 2 ein Individuum des radförmigen Zwergsternchens (Micrasterias rotata), 3 ist eine Colonie des auf dem Durchschnitt (16) vierkantigen Desmidium quadrangulatum, 4 eine Co-

lonie einer schottischen Art, der Doppelsägedesmidiee (Didymoprium Grevillei), 5 ein Stückchen von einer netzförmigen Colonie einer andern Art derselben Gattung (Didymoprium Borreri), 7 eine Colonie der wirbelförmigen Kugelgürtelalge (Sphaerozosma vertebratum), so genannt, weil ihre einzelne Glieder als eingeschnürte Kugeln ausgebildet sind. 6, 8, 9, 10, 13, 14, 17 und 19 stellen Individuen verschiedener Arten der Gattung Xanthidium dar, darunter 13 und 17 nach vollzogener Copulation und vollbrachter Sporenbildung. 11 u. 12 sind zwei verschiedene Entwickelungsstufen einer Schmuckdesmidiee (Cosmarium Ralfsii). 15 stellt die eine Hälfte einer Art der seltsamen Kreuzsterndesmidiee (Staurastrum), nämlich von Staur. tumidum dar, welche ihren Beinamen, die „schwellende", deshalb erhalten hat, weil die innere Haut ihrer Zellenwand in Form einer schwellenden Blase zwischen den beiden grüngefärbten und dreieckig gestalteten Hälften hervortritt. 18 veranschaulicht die durch Copulation zweier Individuen derselben Desmidieenart entstandene Spore, welche mit merkwürdigen ästigen Strahlen besetzt ist. 20, 25, 31 und 35 sind verschiedene Arten der Spindeldesmidiee (Closterium), 22, 23 und 32 verschiedene Ansichten des stachligen Kreuzsterns (Staurastrum aculeatum). 21 ist eine Art der Spulendesmidiee (Penium), einer mit Closterium nahe verwandten Gattung, 27 eine zweite Art derselben Gattung, des Penium Jenneri, von deren Individuen man in 30 ein büschelförmiges Aggregat in schwächerer Vergrößerung dargestellt sieht. 24 und 29 sind zwei Arten des zierlichen Plattsternes (Pediastrum). 28 stellt eine Colonie von Heptogonum desmidium, 33 zwei in der Copulation begriffene Individuen einer Bälkchendesmidiee (Docidium), 34 endlich zwei in einer Gallerthülle eingebettete Exemplare einer Spirotaenia dar.

Die Infusorien.

Sollten dem freundlichen Leser schon die räthselhaften Diatomeen und die zarten Desmidieen wegen des Formenreichthums ihrer winzig kleinen Leiber und wegen ihrer wunderbaren Vermehrungsweise überrascht und sein Interesse in Anspruch genommen haben, wie wird er erst erstaunen, wenn ich ihm im Folgenden die wichtigsten Formen jener mikroskopischen Thierwelt der Gewässer, welche man mit dem Namen der Infusorien zu belegen pflegt, in einer Reihe stark vergrößerter Bilder vor die Augen führe. Leider vermag kein noch so getreues und mit noch so großer Sorgfalt gezeichnetes Bild einen völlig richtigen Begriff von der Schönheit jener Geschöpfchen zu geben, welche dem Laien blos vom Hörensagen bekannt sind und von ihm gewöhnlich als etwas Ekelhaftes gefürchtet oder als etwas höchst Unbedeutendes erachtet werden. Denn der Infusorienleib besteht aus so unendlich zartem Stoffe, daß weder der Griffel noch der Pinsel das feine Gewebe und die zarten Farbennuancen desselben genau wiederzugeben im Stande ist. Dazu kommt, daß jeder Abbildung von Infusorien der Hauptreiz,

den letztere unter dem Mikroskope darbieten, nämlich das Leben abgeht, indem das Bild jene Thierchen nur im todten, oder was für sie dasselbe ist, im ruhenden Zustande darstellen kann. Eine ganz andere Anschauung würde der Leser von diesen kleinen Geschöpfen bekommen, wenn ich ihm im Folgenden anstatt mikroskopischer Abbildungen eben so viele Tropfen verschiedenen infusorienhaltigen Wassers unter einem guten Mikroskope vor die Augen führen könnte. Da dies aber nicht möglich ist, so möchte ich wenigstens rathen, wenn sich die Gelegenheit zur Benutzung eines guten Mikroskops darbietet, Tropfen aus mit Pflanzen erfüllten Wassergräben, Teichen und Sümpfen oder von Wasser, welches lange gestanden hat und der Luft ausgesetzt gewesen ist, einer mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen. Die beste Zeit dazu ist der Juli und August. Um diese Zeit würden z. B. die Regentonnen der Gärten oder die für eventuelle Feuersbrünste mit Wasser gefüllten Sturmfässer der Städte ein reiches Feld für das Studium der Infusorien darbieten. Eine fünf- bis sechshundertfache Vergrößerung würde in jedem Tropfen solchen Wassers Hunderte verschiedener Thiere in voller Lebensthätigkeit erblicken lassen und ein Schauspiel gewähren, das einen Jeden mit der höchsten Bewunderung erfüllen müßte. Da würde man zunächst Hunderte von unendlich kleinen punktförmigen Thierchen bemerken, welche sich in wirbelnder Bewegung munter und wie irrlichtelnd im Wasser umhertummeln und den größeren Infusorien zur Nahrung dienen. Mit Ausnahme eines ganz feinen, wasserhellen, fortwährend und sehr schnell hin und her schwingenden Schwänzchens kann man an jenen kleinsten Thierchen, deren wirklicher Durchmesser oft, z. B. bei der Punktmonade (Monas termo) blos $\frac{1}{2000}$ einer Linie beträgt,*) keine Gliederung erkennen. Man würdigt diese Liliputs kaum eines Blickes, denn andere größere, ja im Vergleich mit dem kleinen Gewürme riesenmäßige Thiere fesseln die Aufmerksamkeit im höchsten Grade. Mit in den Farben des Regenbogens flimmernden, in schnellster Bewegung kreisenden Rädern versehen, schiffen sie stolz durch das Gesichtsfeld, das Getreibe der Kleinen, unter denen sie sich wie mächtige Dampfer auf einer mit Fischerkähnen bedeckten See ausnehmen, nicht beachtend, und machen nur dann und wann Halt, um Dutzende jener Monaden mit ihrem weitgeöffneten Rachen zu verschlingen. Andere sind wie Kähne gestaltet und am Rande mit einer Menge zarter Wimpern besetzt, die ihnen als Ruder dienen. Aber was ist Das? ruft man verwundert aus. Man sieht auf einmal eine gallertartige Masse in das Gesichtsfeld hereinwurzeln, welche drollige Bewegungen ausführt und dabei fort-

*) Von diesen kleinsten Infusorien würden also 24000 Stück neben einander gelegt werden müssen, um eine zolllange Reihe zu erhalten, und 572 Millionen, um den Raum eines Quadratzolles zu bedecken! Ja, um eine compacte Masse von einem Kubikzoll aus ihnen zu bilden, wären nicht weniger als 32,718,400,000,000,000, mit Worten: zwei und dreißig tausend und siebenhundert und achtzehn Billionen und viermalhunderttausend Millionen Stück nothwendig! Ein einziger Wassertropfen kann von jenen kleinsten Infusorien, deren Leib bei einer fünfhundertfachen Vergrößerung erst $\frac{1}{4}$ Linie im Durchmesser hält, 100 Millionen bequem beherbergen. Wer Muth dazu hat, kann darnach die Gesammtmenge von Monaden, welche ein einziges Faß verdorbenen, von der Sonne wochenlang durchwärmten Wassers enthält, berechnen.

während ihre Gestalt verändert. Bald ist sie viereckig, bald birnförmig, bald wie ein Hutpilz, bald wie ein Hammer gestaltet. Während man noch diesem räthselhaften Gebilde nachblickt, rollt auf einmal eine große krystallhelle Kugel herbei, welche sich vermittelst unzählbarer feiner Wimpern um ihre eigene Achse dreht und innerlich eine ganze Menge, oft Hunderte kleiner grüner, zu traubenförmigen Massen vereinigter Kügelchen beherbergt. Kurz, je länger man in das Instrument sieht, desto mehr Schauspieler treten auf der kleinen Bühne des mikroskopischen Gesichtsfeldes auf. Und doch hat man blos die Infusorienwelt eines einzigen Wassertropfens aus einer Regentonne oder einem Sturmfasse vor Augen! Bedenkt man nun, daß alle stehenden oder langsam fließenden der Sonne ausgesetzten Gewässer, die kleinsten Pfützen, wie die größten Seen, von Infusorien wimmeln, daß selbst rasch strömende Flüsse und Bäche einzelne Arten jener Thiere beherbergen, ja daß die Meere stellenweise von Infusorien erfüllt sind und daß das mikroskopische Thierleben auch in einer Höhe von 12000 Fuß über dem Meere, in den Tümpeln und Lachen des von der Augustsonne geschmolzenen Schnees, und in einer ebenso großen Tiefe im Schlamme des Meeres gedeiht, endlich, daß diese mikroskopische Thierwelt aus Tausend verschiedenen Arten besteht und eine jede Art in unzählbaren Billionen von Individuen vorhanden ist und täglich, ja stündlich im ganzen Umfange des Erdkreises Billionen solcher Wesen geschaffen werden, so wird man einen Begriff von der Bedeutung der Infusorienwelt bekommen, ja man wird voll Staunen und Bewunderung ob der Größe und Allmacht des Schöpfers anbetend auf die Knice sinken!

Eine solche Wunderwelt verdient es wohl, daß wir etwas länger bei ihr verweilen. Zunächst eine Bemerkung über den Namen Infusorien oder Infusionsthierchen. Derselbe bedeutet Aufgußthierchen. Man nannte sie so, weil man früher glaubte, daß sie blos durch sogenannte Urzeugung, d. h. unmittelbar aus Wasser entständen, welches über pflanzliche oder thierische Stoffe ausgegossen und einige Zeit dem Einflusse der Luft, des Lichtes und der Wärme ausgesetzt gelassen werde. Allerdings wird man in jedem solchen Wasser zahlreiche Formen jener Thierchen vorfinden; jede Blumenvase, deren Wasser mehrere Tage lang nicht gewechselt worden ist, birgt deren Tausende, allein solche mit zersetzten Pflanzen- und Thierstoffen vermengte Wässer sind, wie wir gesehen haben, nicht die einzigen Wohnstätten jener sonderbaren Geschöpfe, denn diese kommen in fast allen Wässern der Erde vor, auch in solchen, welche keine organischen Stoffe enthalten, wie z. B. im Regenwasser. In letzterem wurden sie sogar zuerst durch den holländischen Naturforscher Leuwenhoek entdeckt (1675), der sie Animalcula d. h. Thierchen, nannte und sie für die lebendigen Atome, d. h. Urbestandtheilchen der Welt hielt. Der später aufgekommene Name Infusionsthierchen paßt also auf diese Geschöpfe keineswegs; da es aber schwer fiel, einen auf alle Glieder jener mikroskopischen Thierwelt passenden Namen zu finden, so behielt man die Benennung Infusionsthierchen oder, wie man jetzt gewöhnlich zu sagen pflegt, Infusorien bei. In neuester Zeit hat Ehrenberg in Berlin, derjenige Naturforscher, der sein ganzes Leben dem alleinigen Studium der mikro-

skopischen Geschöpfe gewidmet hat, und dem wir daher unsere gegenwärtige Kenntniß der Infusorien vorzugsweise zu verdanken haben, den Namen Magenthierchen (Polygastrica) für diese Gruppe der Thierwelt vorgeschlagen, weil alle ächten Infusorien eine große Anzahl von mit einander in Verbindung stehenden Magensäcken enthalten. Dieser auf alle jene Thierchen passende Name dürfte also jedenfalls dem alten, auf einer irrigen Vorstellung beruhenden Namen „Infusorien" vorzuziehen sein. Allein wie im gewöhnlichen Leben, so auch in der Wissenschaft regiert die Macht der Gewohnheit, und daher haben sich bis jetzt die meisten Naturforscher noch nicht dazu bequemt, den Ehrenberg'schen Namen zu adoptiren und den alten aufzugeben.

Ich will nunmehr die wichtigsten und interessantesten Formen der jetzt lebenden Infusorien vor den Augen des geschätzten Lesers in mikroskopischen Bildern vorüberführen. Damit ihn aber die Verschiedenartigkeit sowol der äußern Gestaltung als der innern Organisation jener Geschöpfe nicht verwirre, erlaube ich

Fig. 9. Verdauungsapparate darmloser Magenthiere.

mir zunächst, einige Bemerkungen über die von Ehrenberg aufgestellte wissenschaftliche Eintheilung der Infusorien einzuschalten. Nach diesem Forscher zerfallen die Infusorien oder Magenthiere in zwei Hauptgruppen, nämlich in darmlose Magenthiere (Anentera) und in darmführende Magenthiere (Enterodela). Erstere besitzen blos eine Mundöffnung und eine von dieser Mundöffnung ausgehende Speiseröhre, welche sich in eine große Anzahl von Magenblasen erweitert, aber weder einen ordentlichen Darmkanal noch einen After; letztere dagegen sind sowol mit einer Mundöffnung als einem After versehen und außerdem im Besitz eines mit Zähnen bewaffneten Schlundkopfes hinter der Mundöffnung und eines Darmschlauches, mit dem magenförmige Erweiterungen in Verbindung stehen. Um die außerordentlich zarten Magenblasen und Speiseröhren der Infusorien unter dem Mikroskop wahrnehmbar zu machen, wirft man Karmin oder Indigo in das Wasser. Die Infusorien fressen diese Farbstoffe begierig, worauf in Kurzem ihre Magenblasen und Darmkanäle eine rothe oder blaue Färbung annehmen. Dieses ebenso einfache als sinnreiche Verfahren hat Ehrenberg zuerst angegeben.

In Fig. 9 sind die charakteristischsten Formen des Verdauungsapparats der darmlosen, in Fig. 10 diejenigen des Verdauungsapparats der darmführenden Infusorien abgebildet. Es muß jedoch hierbei bemerkt werden, daß nicht alle Infusorien einen solchen Verdauungsapparat besitzen. Es giebt Infusorien, welche weder Mund noch After haben, sondern blos aus einer einfachen Blase bestehen. Dahin gehören die sogenannten Monaden (Fig. 11), das sogenannte Sonnenthierchen (Fig. 14), das nicht minder merkwürdige Wechselthierchen (Fig. 13, 1—4) und mehrere andere. Mit diesen wollen wir unsere Rundschau in der Infusorienwelt beginnen.

Fig. 10. Verdauungsapparate der darmführenden Infusorien.

Die Monaden sind die allerunvollkommensten und kleinsten Infusorien. Die niedrigsten, wie die Punktmonade, Monas termo (Fig. 11, a), von deren unendlicher Kleinheit bereits oben die Rede gewesen ist, die Tropfenmonade Monas guttula (Fig. 11, b) und das Schimmerthierchen, Prorocentrum micans (Fig. 11, d) bestehen blos aus einer kugelichen oder länglichen Blase mit oder ohne einem wasserhellen Schweife, während die vollkommneren, zu denen unter andern die Flaschenmonade, Lagenella cuchlora (Fig. 11, c) gehört, eine Mundöffnung und eine daran gehängte einfache Magenblase besitzen. Die Größe der monadenartigen Infusorien (Monadinae), welche die erste und unvollkommenste Familie der darmlosen Magenthiere bilden, wechselt von $^1/_{2000}$ bis $^1/_5$ Linie; sie finden sich vorzüglich in Pflanzenaufgüssen, in Regenfässern und in stehenden Gewässern, welche mit zersetzter Pflanzensubstanz vermengt und in Fäulniß begriffen sind. Doch leben einige Monaden, wie das Schimmerthierchen und die Leuchtmonade, Noctiluca micans (Fig. 12) auch im Meere. Letztere namentlich muß in der ungeheuersten Menge im Meerwasser vorhanden sein, denn

sie bewirkt vorzugsweise jenes prächtige Phänomen, welches die ruhige See bei Abend und während der Nacht so häufig wahrnehmen läßt, das berühmte Leuchten des Meeres. Dieses gallertartige, durchsichtige, hier in zweihundertmaliger Linearvergrößerung und verschiedenen Entwickelungsstufen dargestellte Thierchen verbreitet nämlich, so lange es lebt und wenn es berührt wird oder sich heftig bewegt, bei Nacht einen Phosphorglanz. Dieselbe Eigenschaft besitzen mehrere andere Infusorien so wie verschiedene kleine, nicht zu den Infusorien gehörende Seethiere; allein die Leuchtmonade ist jedenfalls bei jenem prächtigen Phänomen am meisten betheiligt. Sie findet sich nämlich in der ungeheuersten Menge im Meere. Der englische Capitain Scoresby schöpfte einst in einem Trinkbecher leuchtendes Seewasser an den Küsten von Grönland, und fand bei der mikroskopischen Untersuchung eine so erstaunliche Menge von Leuchtmonaden, daß er die Gesammtzahl der in dem Becher befindlichen Individuen dieser Infusorien auf 150 Millionen berechnete! Welche Unzahl muß da bei einer meilenweit leuchtenden Meeresfläche betheiligt sein! Das Leuchten des Meeres ist ein so überaus prächtiges und erhabenes Schauspiel, daß, wer es einmal gesehen hat, gewiß gern die Seekrankheit riskirt, um sich wieder daran zu ergötzen. Ich habe es mehrmals gesehen, doch nie so schön, wie auf einer nächtlichen Fahrt mit einem englischen Dampfer durch die Meerenge von Gibraltar im December 1845. Es war eine wunderschöne Nacht, so warm wie bei uns im Juni. Kein Wölkchen trübte das durchsichtige Schwarzblau des Himmels, an welchem Millionen Sterne mit noch viel hellerem und glänzenderem Lichte, als an einem reinen nordischen Winterhimmel, strahlten; kein Lüftchen kräuselte die spiegelglatte Fläche des herrlichen Golfs und der Meerenge, kurz, Alles vereinigte sich, um den Leuchtmonaden zu gestatten, sich aus den Tiefen des Meeres zu erheben und sich in den oberen Schichten des Wassers in unzählbaren Schaaren zu sammeln. So lange unser Schiff ruhig vor Anker lag, war wenig von dieser unsichtbaren Thierwelt zu bemerken. Nur wenn ein Tau, ein Ruder, oder irgend ein anderer fester Körper ins Wasser fiel, zuckte momentan ein blitzähnliches Leuchten durch die dunkle Fluth. Kaum aber griffen die Räder des Dampfers in die Wogen, so entfaltete sich ein unbeschreiblich prachtvolles Schauspiel vor unseren Blicken, dessen Reiz sich

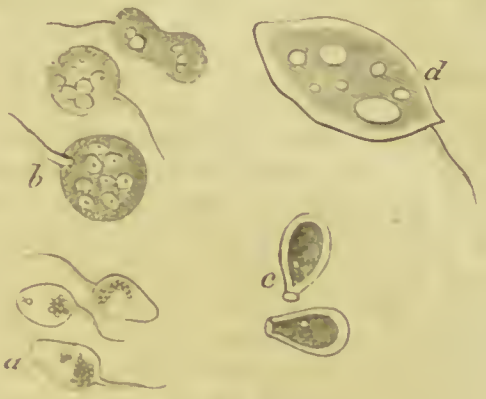


Fig. 11. Monaden.

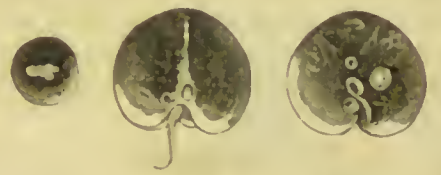


Fig. 12. Die Leuchtmonade.

in dem Maße steigerte, als sich das Schiff vom Lande entfernte. Die breite Furche, welche der pfeilschnell fortschießende Dampfer in die glatte Fläche der nachtschwarzen See grub, glich einem Strome elektrischen, silberglänzenden Feuers, und ließ sich rückwärts bis in die weiteste Ferne verfolgen. Einen viel prachtvollern, ja einen geradezu mährchenhaften Anblick gewährten aber die nächsten Umgebungen des Schiffes. Da, wo der Kiel des Vordertheils die Salzfluth zertheilte, brachen mächtige Garben phosphoreścirenden Feuers aus der dunklen Tiefe empor, erhoben sich in tausend Strahlen über die Oberfläche und fielen in zahllosen silberweißen Lichtbüscheln wieder auf dieselbe hernieder. Wo aber die mächtigen Räder das Wasser zu silberweißem Schaum zermalmten, da schienen die glitzernden Wogen sich in lauter Brillanten aufzulösen, denn ein jeder der Millionen Tropfen, welche von den Rädern in die Luft emporgeschleudert wurden und dann wieder als feiner Regen auf die Oberfläche des Meeres zurückfielen, glich einem geschliffenen Diamanten, indem er mit farbigem Glanze durch die nächtliche Dämmerung leuchtete. Blauweiße und röthliche Flammen zuckten fortwährend mit veränderlichem Lichte im ganzen Umkreise des Schiffes durch die durch einander geschüttelten Wogen, deren jede mit einem strahlenden Lichtdiadem gekrönt erschien, und so weit das Wasser die Seiten des Schiffes benetzte, zeigte sich letzteres von einem breiten silberglänzenden Reif umgeben. Bis gegen Mitternacht, bis tief in die Meerenge hinein währte dieses prachtvolle unaufhörlich wechselnde Wasserfeuerwerk; selbst das helle Licht des Vollmondes, der einige Stunden nach unserer Abfahrt aus dem Meere emportauchte, vermochte seinen Glanz nicht völlig zu verlöschen. — Die monadenartigen Infusorien pflanzen sich entweder durch Theilung ihres Körpers oder dadurch fort, daß sie lebendige Junge gebären. Unter den in Fig. 11. abgebildeten Monaden sind a, b und d mit zahlreichen Jungen erfüllt. Sehr oft mögen die Monaden auch durch Urzeugung entstehen, denn sie erzeugen sich, wenn man abgeschnittene Pflanzen in's Wasser stellt, aus den in Verwesung übergehenden Pflanzentheilen in unendlicher Menge, und es ist kaum anzunehmen, daß Keime oder Eier dieser Thierchen in den Säften aller lebenden Pflanzen enthalten seien. Auch hat man bis jetzt bei den Monaden noch keine Eier beobachtet.

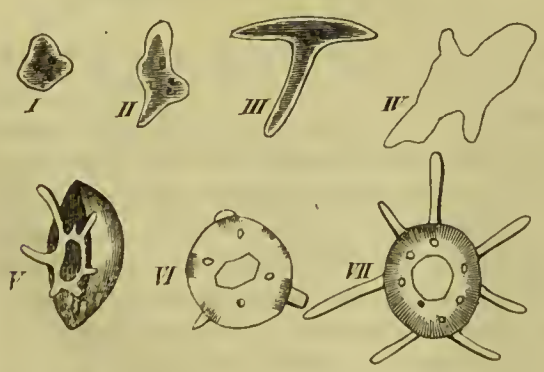


Fig. 13. Aenderling und Kapselthier.

Zu den unvollkommensten Infusorien gehören nächst den Monaden die sogenannten Wechselthierchen oder Wechselfüßler. Sie haben ihren Namen davon erhalten, daß sie ihre Gestalt fortwährend verändern, indem sie entweder ganz verschiedene Formen annehmen, oder veränderliche Fortsätze ausstrecken. Durch diese Gestaltveränderungen wird es ihnen möglich, ihren plumpen, gallert-

artigen Körper fortzubewegen; ihre Bewegung ist aber immer nur eine sehr langsame. Das am häufigsten vorkommende Geschöpf dieser Art ist der Aenderling oder das Proteusthierchen (Amoeba diffluens), welches Fig. 13. oben in verschiedenen Gestalten darstellt. Dieses seltsame Wesen sieht wie ein durchsichtiger Gallertklumpen aus und bewegt sich dadurch, daß es sich, während es auf der einen Seite scheinbar zerfließt, auf der andern zusammenzieht. Es ist weiter Nichts als ein hohler Gallertschlauch ohne irgend eine Oeffnung, nimmt aber dennoch feste Nahrung, nämlich kleine Infusorien von außen her auf, indem es seine Gallerthülle um seine Beute zusammenfaltet und sodann letztere durch die erstere hindurchdrückt. Das Proteusthierchen hält im länglichen Zustande $^1/_{21}$ Linie im Durchmesser, und findet sich sowol in stehenden süßen Gewässern, als im Meere. Etwas vollkommener organisirt ist das Fig. 13. unten von verschiedenen Seiten abgebildete gemeine Kapseltbierchen (Arcella vulgaris). Dieses besitzt nämlich eine Mundöffnung und steckt zur Hälfte in einem halbkugelichen Kieselpanzer. Es bewegt sich durch gallertartige Fortsätze, welche es beliebig ausstrecken und einziehen kann, und deren Gestalt veränderlich ist. Dieses Thierchen besitzt einen Durchmesser von $^1/_{16}$ Linie, eine braungelbe Farbe und lebt in stehenden Gewässern.

Dieselbe sonderbare Art, feste Nahrungsstoffe in sich aufzunehmen, welche ich so eben beschrieben habe, wird man auch bei dem Sonnenthierchen (Actinophrys sol) finden. Man sieht dieses wunderbare Geschöpf in Fig. 14 abgebildet und wird eingestehen, daß sein Name treffend ist, indem es wirklich einer strahlenden Sonne gleicht. Die Strahlen rühren nämlich von feinen Fäden her, welche dem Thiere gleichzeitig als Ruder und Fangwerkzeuge dienen und beliebig gleich den Fühlhörnern einer Schnecke nach allen Richtungen hin bewegt, eingezogen und ausgestreckt werden können. Der eigentliche Körper des Thieres ist eine weiche gallertartige ringsgeschlossene Hohlkugel von zelligem Bau. Die Abbildung stellt dieses merkwürdige Geschöpf, welches $^1/_{38}$ bis $^1/_1$ Linie im Durchmesser mißt und in Wassergräben lebt, im Begriff, einen Bissen in sich aufzunehmen und einen andern auszuleeren, dar; ein dritter befindet sich in der Magenhöhle, welcher als ein trüber weißlicher Kern durch die helle Gallerthülle hindurchschimmert. Sobald nämlich ein kleines Infusionsthierchen in die Nähe des Sonnenthierchens kommt, wird es von diesem mittelst der Fangfäden ergriffen und durch das Einziehen der letzteren an die Oberfläche des eigentlichen Körpers gebracht. Hier kreuzen sich die benachbarten Fangfäden über der

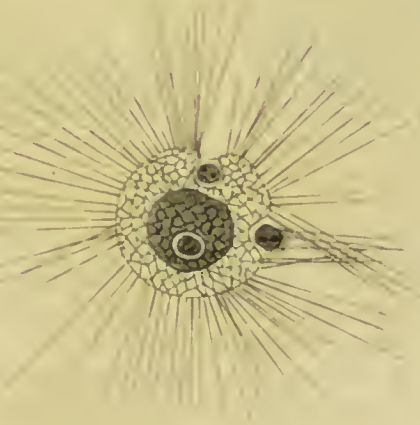


Fig 14. Das Sonnenthierchen.

Beute und pressen diese in die weiche Gallerthülle hinein, und so rutscht der Bissen allmählich durch die Hülle hindurch und gelangt endlich in die Magenhöhle. Was der Verdauungsprozeß von dem Bissen übrig gelassen hat, wird als kleiner Kothballen an einer andern Stelle auf umgekehrtem Wege aus dem Thiere wieder entfernt.

Unter den Infusorien, welche mit einer Mundöffnung und mit einem aus mehreren Magensäcken bestehenden Verdauungsapparate begabt sind, wollen wir blos die merkwürdige Familie der Kugelthiere (Fig. 15) vor unseren Augen vorüberziehen lassen. Die zu ihr gehörenden Geschöpfe leben nämlich zu kugelförmigen Colonien vereinigt innerhalb einer gemeinschaftlichen durchsichtigen Hülle, bei manchen Arten, wie bei dem gemeinen Kugelthierchen, Volvox globator (Fig. 15 c), oft viele Hunderte beisammen. Die einzelnen Individuen sind grüne, den Pflanzenzellen ähnliche Blasen mit einer Mundöffnung und vielen daran hängenden Magensäcken und zusammenziehbaren Schläuchen. Sie vermehren sich durch Theilung, veranlassen endlich das Platzen der gemeinschaftlichen Hülle (des Panzers), und leben nur eine Zeit lang einzeln im Wasser, um sich bald auf's Neue wieder zu vereinigen und mit einer Panzerhülle zu umgeben. Der beigedruckte Holzschnitt enthält die stark vergrößerten Abbildungen von dreien dieser seltsamen Geschöpfe. a ist der sogenannte Kugelquadrant (Gonium pectorale), welcher als eine mit 16 ins Quadrat gruppirten grünen Kugeln erfüllte Blase erscheint, b die Mantelmonade (Chlamydomonas pulvisculus), ein blos $^1/_{150}$ Linie im Durchmesser haltendes eiförmiges Thierchen, deren mehrere, gewöhnlich drei, in einer flaschenförmigen Hülle stecken, c das schon genannte Kugelthierchen. Bei letzterem sind die blos $^1/_{500}$ bis $^1/_{400}$ Linie großen Individuen an ihrer Mundöffnung mit zwei Faugfäden versehen und gegenseitig durch zarte Fäden verbunden. Das Kugelthierchen findet sich oft in Regentonnen, besonders in dem grünen Beschlag, der sich auf dem Wasser derselben zu bilden pflegt, die Mantelmonade in der grünlichen Haut, womit stehende Gewässer im Frühlinge häufig bedeckt erscheinen, der Kugelquadrant in Gräben.

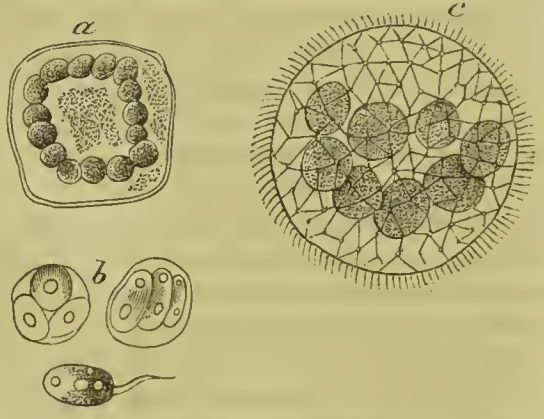


Fig. 15. Kugelthiere.

Ungleich formenreicher, als die bisher geschilderte Gruppe der darmlosen Magenthiere, ist das Reich der darmführenden Magenthiere. Der mir gestattete Raum erlaubt es leider nicht, dem geehrten Leser eine vollständige Uebersicht der wunderbaren Gestalten, unter welchen der Infusorienkörper in dieser Gruppe auftritt, zu geben; ich muß mich daher blos auf die Vorführung der merkwürdigsten und auffallendsten beschränken. Zu diesen gehören unter anderen die sogenannten

Busen- und Hechelthierchen, welche die Fig. 16 veranschaulicht. Bei diesen Infusorien befinden sich der Mund und After nicht an den entgegengesetzten Enden des Körpers, sondern an der Bauchseite, bisweilen unmittelbar neben einander. Der Mund ist bald mit Fangwimpern versehen (Fig. 16. I), bald besitzt er keine. Bei den Hechelthieren pflegt die ganze Bauchseite mit Wimpern besetzt zu sein, welche sowol zum Ergreifen der Beute, als zur Fortbewegung des Körpers dienen. Die in Fig. 16 abgebildeten Formen gehören zu den am häufigsten vorkommenden Infusorien dieser Gruppe. I ist das Schwanenthierchen (Trachylocerca olor), ein glashelles, $^1/_3$ Linie langes Geschöpf, das in Gräben lebt und seinen langen schwanenartigen Hals sehr lebhaft bewegt, II eine dem Schwan verwandte Art der Amphileptus margaritifer, dessen Körper $^1/_6$ Linie lang wird und eine trübe Färbung besitzt. III stellt das gemeine Busen- oder Beutthierchen (Colpoda Cucullus) dar, welches $^1/_{24}$ Linie lang ist und sich in großer Menge im Wasser findet, worin

Fig. 16. Busen- und Hechelthierchen.

es gelegen und gefault hat. IV das am Rücken mit einer Kieselschale gepanzerte Rachenthierchen (Euplotes Charon), V ist das sogenannte Pantoffelthierchen (Paramecium aurelia), ein höchst merkwürdiges Geschöpf. Bei demselben sind nämlich der Mund und der After in einer tiefen, neben der Bauchkante des zusammengedrückten, überall mit feinen Wimpern besetzten Leibes befindlichen Furche verborgen, und zwar so, daß der vorstreckbare Mund am hintern Ende, der After dagegen vor der Spitze des Körpers liegt. Die beiden sternförmigen Figuren rühren von zwei in dieser Weise gestalteten Blasen her, die sich im Innern des Leibes befinden. Das Pantoffelthierchen wird in allen Pflanzenaufgüssen gefunden, hat eine weißliche Farbe und ist blos $^1/_{12}$ Linie lang. VI stellt das Hechelthierchen (Stylonychia Mytilus) dar, welches $^1/_8$ Linie lang und vollkommen farblos ist. Es findet sich sehr häufig in stehenden Wässern aller Art und pflegt ruckweise umherzuschwimmen.

Eine viel zierlichere Gestaltung lassen die Glockenthierchen erkennen, welche sämmtlich sehr häufig an den Stengeln und Blättern von Wasserpflanzen gefunden werden. Alle diese Thierchen haben nämlich Das mit einander gemein,

daß sie entweder während ihres ganzen Lebens, oder wenigstens in der Jugend gleich den Polypen an andere Gegenstände, und zwar in den meisten Fällen an Wasserpflanzen angeheftet und folglich nur einer beschränkten freiwilligen Bewegung fähig sind. Die Glockenthiere haben ihren Namen von der eigenthümlichen Gestalt ihres Körpers erhalten. Dieser erscheint nämlich unter der Form eines zarten, aus weicher, durchsichtiger Haut verfertigten Glöckchens oder eines trompetenförmigen Röhrchens, und ist an seiner weiten Mundöffnung — an dem Eingang der Glocke oder Röhre — mit einem zierlichen Kranze feiner Fangwimpern eingefaßt, welche, wenn sie in zitternder Bewegung begriffen sind, unter dem Mikroskop nicht selten in den Farben des Regenbogens schimmern, was bisweilen auch mit den zarten durchsichtigen Glöckchen und Röhrchen selbst der Fall ist. Diese Thierchen bieten daher unter dem Mikroskop einen ungemein schönen Anblick dar. Ich will nun die wichtigsten und zugleich die am häufigsten vorkommenden Formen der Glockenthierchen, welche man in Fig. 17 und 18 abgebildet sieht, etwas näher schildern. Nummer I in Fig. 17 ist eine Colonie des Trompetenthierchens (Stentor polymorphus), II ein einzelnes bedeutend vergrößertes Exemplar davon. Dieses zierliche Geschöpf lebt in großer Menge in stehenden Gewässern, besonders in Sümpfen und von Wasser durchdrungenen Torfmooren, woselbst es an den Stengeln und Blättern der unter das Wasser getauchten Pflanzen gruppenweise beisammensitzt. Es wird $^1/_3$ Linie lang, und ist bald schwarz, bald braun, bald blutroth gefärbt. Die Torfmoore erscheinen von diesem Polyp en miniature oft schwarz und die Stengel von Wasserpflanzen roth gefärbt, in so ungeheurer Menge tritt derselbe auf. Nummer III stellt zwei Exemplare des Scheidenthierchens (Vaginicola decumbens) dar, wovon das eine in der Theilung begriffen ist. Die Glockenthierchen vermehren sich nämlich meist durch freiwillige Theilung ihres Körpers. Jeder Theil ihres Körpers verwandelt sich, wie bei den Polypen, in ein neues Individuum. Das Scheidenthierchen hat seinen Namen davon erhalten, daß sein eigentlicher Körper in einem scheidenartigen Panzer oder Gehäuse steckt. Dieser Panzer besteht aus Kieselerde und ist undurchsichtig, von ockergelber Farbe. Aus einem

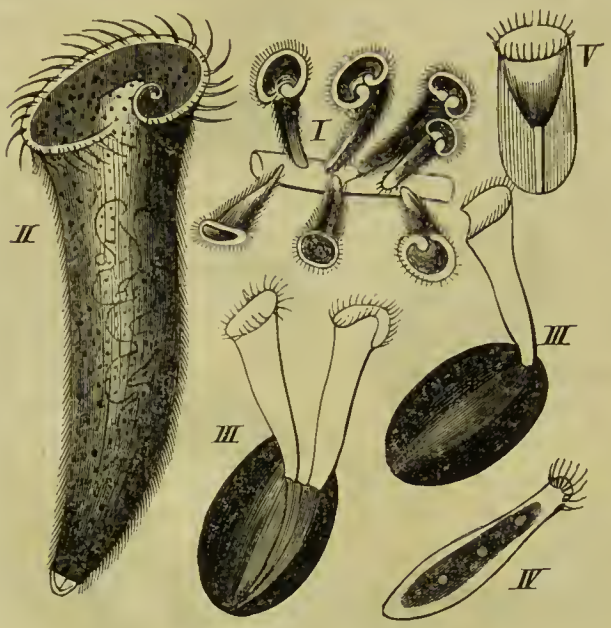


Fig. 17. Glockenthierchen.

Spalte desselben streckt das Thier den außerordentlich zarten, durchsichtig weißen Hals mit der trompetenförmigen, zierlich bewimperten Mundöffnung hervor. Das Scheidenthierchen lebt in fließenden Gewässern und wird $^1/_{24}$ Linie lang. Ein anderes von einem Gehäuse theilweise umschlossenes Glockenthierchen ist das bei Nummer V abgebildete Schellenthierchen (Tintinnus inquilinus). Das Gehäuse dieses $^1/_{20}$ Linie langen, in stehenden Gewässern lebenden Geschöpfchens hat eine wasserhelle, das eigentliche glockenförmige Thier eine ockergelbe Farbe. Nummer IV endlich stellt ein Individuum des grünlichen, oft in großer Menge in gallertartigen Kugeln an Wasserpflanzen angehefteten Trichterthierchens (Ophrydium versatile) dar, welches $^1/_{40}$ bis $^1/_{10}$ Linie lang wird und keinen Panzer besitzt.

So schön die bisher erläuterten Formen der Glockenthierchen sind, so können sie sich doch nicht mit dem reizenden Maiblumenthierchen (Vorticella Convallaria) messen, welches Fig. 18. in verschiedenen Entwickelungsstufen darstellt und das als die vollkommenste Bildung in dieser Familie polypenartiger Infusorien angesehen werden muß. Das Maiblumenthierchen, so genannt nach der an die Maiblümchen oder Zanken (Convallaria majalis) erinnernden Gestalt seines eigentlichen Körpers, lebt gesellig auf Wasserpflanzen und kleinen Wasserthieren, an welche es mittelst eines überaus zarten Stieles, den es in schraubenförmiger Windung einzuziehen und mit der größten Leichtigkeit und Schnelligkeit wieder auszustrecken vermag, angeheftet ist. Das Einziehen und Ausstrecken des Stieles scheint durch einen dünnen Faden von gelblicher Farbe bewirkt zu werden, welcher in einem im Innern des bandartig zusammengedrückten Stieles steil schraubenförmig emporsteigenden Röhrchen eingeschlossen und unten mit der Unterlage, an welcher das Thierchen sitzt, oben mit dessen eigentlichem Körper verwachsen ist. Letzterer erscheint in der Jugend als eine rings geschlossene Kugel, in welcher man jedoch bereits zahlreiche runde Magenblasen und einen Darmkanal deutlich unterscheiden kann (III in Fig. 18). Bald bildet sich die Mundöffnung mit ihrem Wimperkranz, welcher nun eine strudelförmige Bewegung im Wasser hervorzubringen beginnt. Der ausgewachsene Leib hat die Form der Maiblümchen, ist sehr durchsichtig und hat eine fast wasserhelle Farbe mit einem zarten Anflug von Rosa. Die Vermehrung dieses zierlichen Thierchens geschieht auf zweierlei Weise, nämlich bald durch Theilung, indem sich am Grunde des Körpers ein knospenartiger Auswuchs bildet (VII), der sich rasch zu einem an-

Fig. 18. Das Maiblumenthierchen.

dern Körper ausdehnt, so daß dann ein Stiel zwei Thiere trägt (VIII), bald durch Eier. Letztere sind zu einer körnigen Masse verbunden. Aus ihnen entwickeln sich zunächst einfache gestielte Bläschen (I), die sich bald vergrößern, und an der Stelle, wo sich später der Mund bilden soll, mit Wimpern besetzt erscheinen (II). Das vollkommen ausgebildete Thier reißt sich oft durch Drehung um seine eigene Axe von dem Stiel los und schwimmt davon (neben IV). Dies scheint besonders dann zu geschehen, wenn durch die oben geschilderte Theilung zwei Thierchen entstanden sind, die an einem gemeinschaftlichen Stiele sitzen. Die Gesammtlänge des Maiblumenthierchens beträgt blos $^1/_{48}$ bis $^1/_{24}$ Linie. In neuester Zeit hat man die interessante Entdeckung gemacht, daß dieses Thier, welches oft in seichten, während des Sommers austrocknenden Gewässern lebt, auch dann nicht zu Grunde geht, wenn das Wasser verdunstet. Es umgiebt sich dann nämlich mit einem Schleim, der es vom Tode rettet, und erwartet nun in schlafähnlichem Zustande regungslos die Wiederkehr des Wassers. Ueberhaupt besitzen die Infusorien ein ungemein zähes Leben. Sie werden weder durch Kälte noch durch Hitze getödtet, ja viele behalten selbst, wenn sie vollkommen eintrocknen, die Fähigkeit, wieder aufzuleben, sobald sie befeuchtet werden. Man kennt Infusorien, welche noch nach zweijährigem Verharren im ausgetrockneten Zustande wieder aufleben und sich fortpflanzen, sobald sie mit Wasser übergossen werden. Diese Lebenszähigkeit erklärt das unvermuthete, oft wunderbar erscheinende Auftreten der Infusorien in Regenpfützen, Wasserfässern, Blumengläsern und allen Pflanzenaufgüssen. Die ausgetrockneten Leiber und Eier der Infusorien können nämlich wegen ihres überaus geringen Gewichtes von jedem Luftzuge fortgerissen und überall hin verstreut werden. Sie bleiben dann an Pflanzen und Thieren und überhaupt an allen möglichen Gegenständen haften, und verharren daselbst so lange im Zustande der Ruhe, bis hinzutretende Feuchtigkeit ihnen das Leben wiedergiebt. Wegen ihrer unendlichen Kleinheit können sie auch leicht durch die sogenannten Spaltöffnungen (s. den vierten Abschnitt) in das Innere der Pflanzen kommen, und so darf es nicht Wunder nehmen, daß man in jedem Wasser, in welches man abgeschnittene Pflanzen eine Zeit lang gestellt hat, Infusorien antrifft. In neuester Zeit hat man sogar im Innern vieler Thiere, ja selbst des Menschen, Infusorien gefunden, und auch diese Erscheinung erklärt sich leicht aus der mikroskopischen Kleinheit und aus der Leichtigkeit der Infusorienkörper und Infusorieneier. So soll der sogenannte Weinstein, der die Zähne des Menschen so häufig verdirbt, das Product eines Thierchens sein, welches sich sehr rasch vermehrt und in Tausenden von Individuen im Speichel herumtummelt. Dieses Zahnthierchen besteht blos aus einem hohlen Schlauche, an dem sich eine Mundöffnung befindet, mit welcher sich das Thier an die Zähne festsaugt, nach und nach deren Email zerstört und endlich eine Auflockerung des Zahngewebes hervorbringt. Natürlich vermag dies nicht ein einziges Thierchen, sondern es sind dazu sehr viele nöthig. Die Zahnthierchen leben und arbeiten aber auch immer gesellig, indem sie sich traubenartig an einander hängen. Solche Klumpen von Zahnthierchen bilden im Verein mit der in Verwesung begriffenen Substanz der durch die Thierchen angefressenen Zähne den

sogenannten Weinstein. Sollte den geehrten Leser diese Mittheilung erschrecken, weil er vielleicht selbst im Besitz von mit Weinstein behafteten Zähnen ist, und sollte ihn der Gedanke, Tausende von Infusorien in seinem Munde zu haben, mit Ekel erfüllen, so gebe ich ihm den guten Rath, sich den Weinstein von einem geschickten Zahnarzt abfeilen zu lassen und sich sodann den Mund alltäglich mit Seifenwasser auszuspülen und die Zähne mit Kohlenpulver zu putzen. Das Seifenwasser tödtet nämlich die Zahnthierchen fast augenblicklich und die Kohle reinigt die Zähne vollständig und verhindert die Fäulniß von etwa in hohlen Zähnen oder zwischen den Zähnen zurückgebliebenen Speiseresten. Die Verwesung der letzteren begünstigt nämlich die Entwickelung der Zahnthierchen in hohem Grade.

Zu den Infusorien rechnete man früher auch die sogenannten Rädertbierchen (Rotatoria), deren Verdauungsapparat oben in Fig. 10. abgebildet ist. Neuere Untersuchungen haben aber an diesen ungemein zierlich gestalteten Thierchen eine viel höhere Organisation nachgewiesen, als diejenige der vollkommensten Infusorien ist, indem dieselben nicht allein Mund und After, Darmkanal und Magenblasen, so wie einen mit förmlichen Zähnen bewaffneten Schlundkopf besitzen, sondern auch ein, wenn auch sehr einfaches und höchst unvollkommenes Nerven- und Gefäßsystem, ja sogar Augen oder wenigstens augenartige Organe. Deshalb hat man die Rädertbierchen in neuerer Zeit aus der Klasse der Infusorien in diejenige der Würmer versetzt. Wegen ihrer mikroskopischen Kleinheit und ihres Zusammenlebens mit den ächten Infusorien schließen sie sich jedoch unmittelbar an die letzteren an, und wir wollen daher mit den Rädertbierchen und einigen anderen ihnen verwandten Wasserthierchen von mikroskopischer Kleinheit unsere Wanderung durch die Infusorienwelt beschließen. Die Rädertbierchen haben ihren sonderbaren Namen von räderartigen, mit langen Wimpern besetzten Organen erhalten, die sich am Kopfende ihres Körpers befinden und ihnen gleichzeitig zur Fortbewegung und zur Herbeischaffung ihrer Beute dienen, die aus Infusorien besteht. Diese ungemein zierlich gestalteten Wimperorgane werden nämlich radförmig, oft mit großer Schnelligkeit bewegt, und verursachen daher eine heftige Strömung im Wasser, die derjenigen durch die Räder, oder richtiger durch die Schraube eines Dampfschiffes hervorgebrachten gleicht. Der Körper der Rädertbierchen ist wasserhell durchsichtig, weshalb die Eingeweide, das Nerven- und Gefäßsystem sehr deutlich durch seine zarte Hülle hindurchschimmern. Er hat eine sehr verschiedene Gestalt, verschmälert sich jedoch stets gegen das Schwanzende hin, welches oft gabelförmig gespalten ist. Manche Rädertbiere besitzen auch einen wirklichen, ziemlich langen, gegliederten Schwanz. Das Kopfende pflegt immer sehr breit zu sein und meist eine weite trichterförmige Höhle zu bilden, in deren Grunde sich der Rachen und dahinter der mit Zähnen bewaffnete Schlundkopf befinden. Die Wimperrädchen, welche während ihrer Bewegung gewöhnlich in den Farben des Regenbogens schimmern, sind am äußern Rande des Kopfendes bisweilen mittelst zarter Stiele angeheftet, und können eingezogen und ausgestreckt werden. Die Rädertbierchen sind theils vollkommen nackt, theils von einem dünnhäutigen Kieselpanzer umkleidet. Sie sind Zwitter, legen Eier oder gebären

lebendige Junge und leben als Raubthiere in stehenden süßen Gewässern, besonders in schlammigen Gräben, Sümpfen und Teichen, wo sie bald im Schlamme, bald an Wasserpflanzen sitzen und von Zeit zu Zeit auf Raub ausgehend das

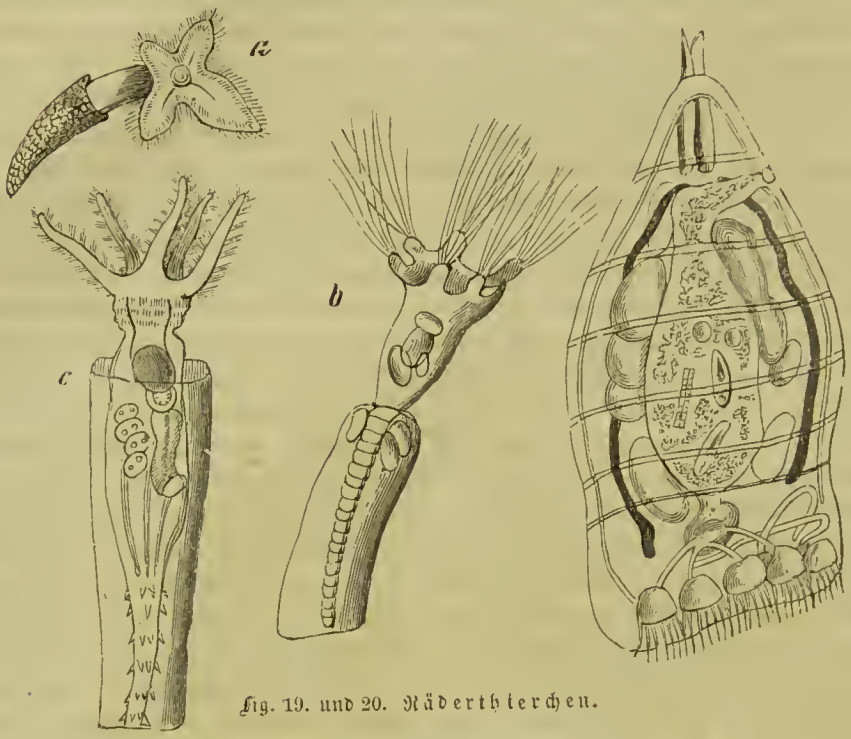


Fig. 19. und 20. Räderthierchen.

Wasser in schneller Bewegung durchschwärmen. Gleich den ächten Infusorien haben sie ein ungemein zähes Leben. So kann das gemeine Räderthierchen (Rotifer vulgaris), welches Fig. 21. a darstellt, über ein Jahr lang eingetrocknet liegen, ohne zu sterben. Sobald es nämlich mit Wasser übergossen wird, lebt es von Neuem auf. Ich bitte nun den geehrten Leser, sich die beigedruckten Holzschnitte anzusehen. Fig. 19. zeigt zwei Arten der unvollkommeneren Räderthierchen, deren Körper zur Hälfte in einem röhrenförmigen Kieselpanzer verborgen ist, welcher im Schlamme zu stecken pflegt. a. ist das $^1/_3$ Linie lange Röhrenrädchen (Melicerta ringens), b. das eben so lange Kronenrädchen (Stephanoceras Eichhornii). Fig. 20 stellt eines der vollkommensten Räderthierchen, das schöne Krystallthierchen (Hydatina senta) in starker Vergrößerung dar. Dasselbe ist blos $^1/_6$ Linie lang, läßt aber eine ziemlich zusammengesetzte innere und äußere Organisation erkennen. Am meisten fällt der zierliche, aus zehn langgestielten Wimperscheiben bestehende Räderapparat auf, welcher,

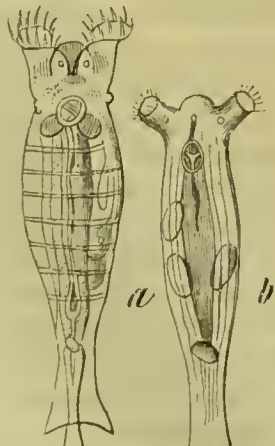


Fig. 21. Räderthierchen.

wenn er in Bewegung begriffen ist, einen wunderschönen Anblick gewährt. Wegen der krystallhellen Durchsichtigkeit der Körperhülle kann man den innern Bau des Thieres sehr deutlich wahrnehmen. In dem magenförmig erweiterten Darmkanal bemerkt man verschluckte Infusorien, Diatomeen und Desmidieen. Fig. 21. zeigt zwei Repräsentanten der sogenannten Doppelräderthiere, welche am Halse vor den Räderorganen mit zwei, oft schön roth gefärbten Augen begabt sind. a. ist das schon erwähnte gemeine Räderthierchen, b. das rothäugige Doppelrädchen (Philodina erythrophthalma). Das gemeine Räderthierchen hat eine röthliche Farbe, und findet sich das ganze Jahr hindurch, selbst im Winter, in Regenpfützen, welche einige Tage gestanden haben.

Den Räderthierchen verwandte Geschöpfe sind die mikroskopischen Gattungen der sogenannten Borstenwürmer (Chaetopoda), von denen die meisten im Meer, einige jedoch auch im süßen Wasser, besonders im Schlamme stehender Gewässer leben. Sie haben theils gegliederte, theils ungegliederte wurm- oder blut-

Fig. 22. Borstenwürmer u. a.

egelförmige Körper, an deren Bauchseite eine bestimmte Anzahl von fußartigen, mit krallenförmigen Borsten besetzten Höckern hervorragen. Der vom Körper nicht deutlich abgegrenzte, bisweilen schnauzenförmige Kopf ist meist mit zwei oder mehreren

ganz einfachen Augen versehen. Sie sind Zwitter und pflanzen sich theils durch Eier fort, theils dadurch, daß sie lebendige Junge gebären. Einige Beispiele dieser bei starker Vergrößerung manchmal unter ziemlich abschreckender Gestalt erscheinenden Thierchen enthält das mikroskopische Bild Fig. 22. Man wird sie nach der vorstehenden Schilderung an den borstenbewaffneten Fußhöckern und den langen Schnauzen mit großem Maule und großen Augen leicht erkennen. Das größte dieser Thiere ist Milnesium alpigenum; die neben demselben befindliche, mit Wimpern besetzte Kugel ist ein Ei desselben Thieres. Neben diesen Borstenwürmern, die eine röthliche Farbe besitzen, bemerkt man in dem Tropfen verschiedene Infusorien, ein Doppelräderthierchen und ein Wasseräl chen (Anguillula ecaudis). Diese verschiedenen Thierformen sind besonders deshalb interessant, weil sie das mikroskopische Thierleben in den Hochalpen charakterisiren. Sie alle stammen nämlich aus dem ewigen Schnee der Monterosagruppe, wo sie in einer Höhe von 11,138 Fuß über dem Meere gefunden worden sind. Auch diese Alpenthierchen haben ein überaus zähes Leben. Mit Alpenerde nach Berlin gebracht, lebten sie nach einem Zwischenraum von fast zwei Jahren unter den geschickten Händen Ehrenberg's, dessen neuestem Werke über die aus mikroskopischen Thieren und Pflanzen zusammengesetzten Erden und Gesteinen (Mikrogeologie) das beigedruckte Bild entnommen ist, wieder auf, krochen kräftig umher, fraßen und legten Eier. Vielen dieser Thierchen verleiht die aufgenommene Nahrung oft eine rothe Farbe und dann tragen sie mit zur Entstehung des in den Hochalpen ziemlich häufigen, unter dem Namen des „rothen Schnees" bekannten Phänomens bei, auf welches ich an einer andern Stelle zurückkommen werde.

Ich könnte dem lieben Leser noch mancherlei von der mikroskopischen Thierwelt der Gewässer erzählen, denn mit den Infusorien, Räderthieren, Borstenwürmern u. s. w. ist dieselbe noch keineswegs erschöpft. Besonders ernährt das Meer eine ungeheure Menge mikroskopischer Thierformen, die nicht zu den im Vorstehenden geschilderten Gruppen des Thierreichs gehören. Allein der beschränkte Raum dieses Büchleins verbietet es mir, hier auf andere Thierformen als diejenigen des süßen Wassers Rücksicht zu nehmen. Die merkwürdigsten der bisher nicht erwähnten mikroskopischen Seethiere wird man noch im Folgenden kennen lernen; bei den vorstehenden Schilderungen hatte ich besonders im Auge, den geehrten Leser mit dem ihm unmittelbar nahen mikroskopischen Thierleben bekannt zu machen.

Zweiter Abschnitt.

Die mikroskopische Wunderwelt des Erdbodens.

Sollte der geehrte Leser einmal eine Fußreise nach Thüringen gemacht haben, z. B. von Naumburg im Saalethal aufwärts nach Jena gewandert sein, so sind ihm vielleicht in der Nähe der an den Thalgehängen befindlichen Steinbrüche und Kalköfen Steine zu Gesicht gekommen, die er auf den ersten Blick als aus lauter versteinerten Muscheln zusammengesetzt erkannte. In jener Gegend befinden sich nämlich mächtige Ablagerungen von sogenanntem Muschelkalk, d. h. eines Kalkes, der entweder ganz und gar oder wenigstens zum großen Theil aus mittelst Kalk verkitteten und in Kalkstein umgewandelten Schalen vorweltlicher Muscheln besteht. Dergleichen Muschelkalk bildet sich noch gegenwärtig an allen Meeresküsten, indem die Schalen der abgestorbenen Muscheln von den Wellen über einander gehäuft, theilweise zertrümmert und zermalmt und mittelst des dadurch erzeugten feinen Kalksandes — denn die Schalen aller Muscheln, desgleichen die Schneckenhäuser bestehen ja aus Kalk — mit einander verkittet werden. Durch die Einwirkung des Seewassers wird der in den frischen Muschelschalen enthaltene thierische Leim nach und nach ausgezogen und die Muschelanhäufung endlich in festes Kalkgestein verwandelt. So steht z. B. Cadiz auf einer Felsenzunge, welche gänzlich aus über einander gehäuften Austern- und Pilgermuschelschalen besteht, und aus demselben Gestein sind auch die Häuser jener Stadt erbaut. Andere Kalkarten sind Anhäufungen versteinerter Schneckenhäuser oder Korallen. So bestehen die zahllosen Korallenriffe und Koralleninseln Australiens und des großen Oceans lediglich aus den versteinerten, ja zum Theil blos aus den ausgelaugten (des thierischen Leims beraubten) Kalkgehäusen von Korallenthieren. Allein die im Meere lebenden Weichthiere und Korallen und andere mit Kalkgehäusen begabte größere Seethiere sind nicht die einzigen Geschöpfe, welche mächtige Gesteinsschichten aufgebaut haben; auch die mikroskopische Thier- und Pflanzenwelt des Wassers hat sich an dem Schichtenbau des Erdbodens betheiligt und zwar, wie wir gleich hören werden, in ungleich großartigerem Maaßstabe als jene großen Wasserthiere. Die unzählbare Menge der mikroskopischen Geschöpfe und ihre fabelhafte Vermehrungsweise erklären diese im ersten Augenblick vielleicht unglaub-

lich erscheinende Thatsache leicht, denn wenn schon eine einzige Diatomee binnen weniger Tage eine Nachkommenschaft von einer Million Individuen erzeugen kann, welche Massen solcher Geschöpfe müssen nicht im Umkreise der ganzen Erde während des Verlaufs vieler Jahrtausende entstanden sein! Es werden natürlich blos diejenigen mikroskopischen Thiere und Pflanzen als Boden- und Gesteinsschichten bildende auftreten können und aufgetreten sein, welche einen unzerstörbaren Panzer besitzen, d. h. die Diatomeen, die gepanzerten Infusorien und Rädertiere und gewisse mit Kalkgehäusen begabte Seethierchen, welche wir bald kennen lernen werden. Seit Ehrenberg es unternommen hat, mit dem Mikroskop in der Hand sowol die lockeren Bodenarten, als die festen Gesteine zu untersuchen, die ihre Entstehung dem Wasser verdanken, d. h. welche nichts sind, als der in Stein umgewandelte Schlamm oder Bodensatz ehemals vorhandener Meer- und Süßwasserbecken, seitdem hat sich ergeben, daß das Leben im kleinsten Raume, d. h. die mikroskopische Pflanzen- und Thierwelt, keineswegs auf die Gegenwart beschränkt ist, sondern daß es in längst verklungenen Zeiten, Tausende und Millionen Jahre vor der Erschaffung des Menschen, in ungleich großartigerem Maaßstabe entwickelt war, als heut zu Tage. Unausgesetzte, fast zwanzigjährige Forschungen mit dem Mikroskop haben den genannten großen Gelehrten in den Stand gesetzt, unwiderleglich zu beweisen, daß in allen Gegenden der Erde mächtige Ablagerungen von erdiger und steinartiger Beschaffenheit, ungeheure Felsmassen, ja ganze große Gebirgszüge, mit einem Worte ein bedeutender Theil der gesammten Erdrinde lediglich aus über einander gehäuften Panzern von Diatomeen und Infusorien und aus den Kalkgehäusen verschiedener mikroskopischer Seethiere bestehen. Die Ergebnisse seiner langjährigen Untersuchungen hat er in jenem oben erwähnten Prachtwerke, welches im vergangenen Jahre zu Leipzig unter dem Titel „Mikrogeologie" erschienen ist, niedergelegt. Auf 41 großen, prachtvoll gestochenen Foliotafeln sind viele Tausende von ihm mit der größten Sorgfalt gezeichnete mikroskopische Abbildungen fossiler Diatomeen, Infusorien u. s. w. aus allen Gegenden der Erde und aus allen möglichen Erd- und Gesteinsarten enthalten! Wer diese Tafeln ansieht, muß staunen vor Bewunderung ob der unendlichen Mannigfaltigkeit der Formen jenes untergegangenen Lebens, dem der Mensch einen großen Theil der für ihn wichtigsten Gesteine und Bodenarten verdankt!

Nach diesen Bemerkungen will ich nun eine Reihe der mikroskopischen Bilder jenes Prachtwerkes in getreuen Kopieen an den Augen des geehrten Lesers vorüberziehen lassen, damit er wenigstens einen Begriff von der Wunderwelt bekommt, welche der todte Stein, ja der verachtete Staub, den man mit Füßen tritt, in seinem Innern birgt. Und zwar will ich die hier in Betrachtung kommenden Boden- und Gesteinsarten nach Ehrenberg's Vorgange in solche eintheilen, welche auf dem Grunde süßer, und in solche, welche auf dem Grunde salziger Gewässer, d. h. des Meeres, entstanden sind. Zum Schlusse dieses Abschnittes will ich noch die Zusammensetzung der Culturerden oder des Ackerbodens und verschiedene andere für den Menschen wichtige Bodenarten und bodenartige Substanzen schildern.

Organische Süßwasserbildungen.

Es war im Jahre 1836, als Ehrenberg von dem Porcellanfabrikbesitzer Fischer zu Franzensbad gebeten wurde, die sogenannte Kieselgubr, d. h. den scheinbar aus feinem Kieselsand bestehenden Schlamm, welcher in der Gegend jenes berühmten Bades ausgedehnte Lager und einzelne Klumpen im Torfe bildet, zu untersuchen. Ehrenberg that es, und entdeckte zu seinem nicht geringen Erstaunen, daß diese Kieselgubr lediglich aus den Kieselpanzern von Diatomeen

Fig. 23. Kieselgubr von Franzensbad.

welche zum Theil noch jetzt in den Wässern jenes Moores und in den franzensbader Quellen lebend gefunden werden, zusammengesetzt sei. Die Hauptrolle spielt das bereits oben geschilderte Krummschild (Campylodiscus Clypeus). Darunter sind

zahlreiche Panzer verschiedener Arten von Pinnularia, Navicula und Gallionella gemengt. Fig. 23 stellt ein Stäubchen der franzensbader Kieselguhr unter dreihundertmaliger Linearvergrößerung, welche auch diejenige aller folgenden Abbildungen ist, dar. Auch in der Gegend von Eger kommen Ablagerungen von Kieselguhr vor. Diese Kieselguhr ist aber anders zusammengesetzt, indem sie vorzugsweise aus Panzern von Naviculaarten besteht und die Krummschilder in ihr fehlen.

Die Entdeckung, daß die Kieselguhr von Franzensbad aus fossilen Diatomeenpanzern bestehe, veranlaßte nun Ehrenberg, weitere mikroskopische Untersuchungen über die Zusammensetzung der Erd- und Gesteinsschichten anzustellen. Er wandte seine Aufmerksamkeit zunächst ähnlichen unter der Form feiner, lockerer Erde erscheinenden Ablagerungen zu, welche theils bereits bekannt waren, theils in Folge der Ehrenberg'schen Entdeckung bekannt wurden, und fand dieselben ausnahmlos aus fossilen Diatomeen, oder, wie er sich auszudrücken pflegt, aus fossilen Polygastern- (Infusorien-) Panzern zusammengesetzt. Zu diesen Ablage-

Fig. 24. Kieselguhr von Strafford.

rungen gehören alle unter dem Namen Kieselguhr und Bergmehl bekannten Erden, die nach und nach in den verschiedensten Gegenden des Erdballes aufgefunden worden sind. So giebt es z. B. bei Strafford in Virginien (Nordamerika) ein mächtiges Lager von Kieselguhr, welches ähnlich, wie die Kieselguhr von Eger, vorzugsweise aus Panzern von Navicula- und Pinnulariaarten zusammengesetzt

ist. In Figur 24 sieht man ein Wenig von dieser Kieselguhr abgebildet. Die größte der darauf erscheinenden Formen ist die Nordamerika eigenthümliche Pinnularia nobilis. Neben ihr zeigen sich theils ganze Panzer, theils zerbrochene verschiedener anderer Arten derselben Gattung und von Navicula. Am meisten werden dem Leser jedenfalls die seltsamen, spulenförmigen oder wie Doppelpilze gestalteten Körper auffallen, von denen zwei über's Kreuz liegend am vordersten Rande des Bildes erscheinen. Dieselben gehören zu der Gattung Amphidiscus. Im Ganzen hat Ehrenberg in dieser Kieselguhr 27 verschiedene Diatomeenformen unterschieden.

Die sogenannten Bergmehle sind lockere, staub- oder mehlartige Erden von weißer oder weißgrauer Farbe, welche lediglich aus Diatomeenpanzern bestehen. Dergleichen Ablagerungen hat man in verschiedenen Gegenden der Erde

Fig. 25. Bergmehl von Ebsdorf.

aufgefunden, und manche derselben besitzen eine bedeutende Ausdehnung und Mächtigkeit (Dicke). In Europa sind die berühmtesten Bergmehllager diejenigen von Lappland, von Degernä und Lollhagysvön in Schweden, von Ebsdorf in der Lüneburger Haide und von Santafiora in Toscana. Kleinere Lager finden sich in Griechenland, Ungarn, Böhmen, Frankreich und anderwärts; ich selbst habe ein solches im Jahre 1846 bei Loulé in Südportugal entdeckt. Manche dieser Bergmehle sind von großer Wichtigkeit für den Menschen, indem dieselben unter

das Brodmehl gemischt und folglich als Nahrungsmittel benutzt werden, obwol sie begreiflicherweise keinen Nahrungsstoff besitzen. In Europa finden blos die Bergmehle von Lappland und Schweden eine solche Verwendung. Von dem Bergmehl von Lollhagysyön z. B. werden alljährlich viele Hunderte von Wagenladungen verspeist! Manche dieser Bergmehlablagerungen sind besonders deshalb interessant, weil ihre obersten Schichten aus noch lebenden Diatomeen bestehen. Dahin gehört z. B. das Bergmehllager unweit Ebsdorf in der Lüneburger Haide, welches gegen 30 Fuß Mächtigkeit besitzt und nach Ehrenberg aus einigen dreißig verschiedenen Diatomeenarten zusammengesetzt ist. Die vorherrschende Art ist jedoch Synedra acuta, deren Panzer unter der Form leiterartiger Stäbe erscheinen (Fig. 25). Darunter gemengt sind vorzüglich Pinnularia inaequalis (die quergestrichelten, gekrümmten, schiffchenförmigen Körper) und Gallionella varians (die große runde Scheibe). Ein anderes in den oberen Schichten noch vollkommen lebendiges Diatomeenlager zieht sich unter Berlin hin. Dasselbe hat an manchen Stellen bis 100 Fuß Mächtigkeit, sieht aus wie ein schwammiges, silbergraues Thonlager und besteht zu zwei Drittheilen aus den Panzern von nicht weniger als 90 verschiedenen Diatomeen- und Infusorienarten. Beigemengt sind 41 verschiedene Formen sogenannter Phytolitharien d. h. verkieselter Theile von Landpflanzen und Pilzen, so wie Körnchen von Fichtenblüthenstaub. Fig. 26. stellt eine Probe dieses Diatomeenlagers dar. Die runden Scheiben gehören verschiedenen Arten der Gattung Gallionella, die spindelförmigen etwas gekrümmten Stäbe der Gattung Cocconema, die kahnförmigen, quergestreiften Körper der Gattung Pinnularia, die quadratischen, hier und da zu Bändern verbundenen der Gattung Diatoma an. Der spindelförmige, gerade, an den Seiten gezackte Stab ist ein Spongiolithis, der darunter befindliche halbrunde, mit zwei gegenüberliegenden halbkugeligen Erhabenheiten versehene Körper ein Körnchen von Fichtenblüthenstaub. Die in den obersten Schichten enthaltenen Diatomeen leben fast alle noch; man kann daher wirklich sagen, daß ein Theil von Berlin über lebenden Wesen erbaut ist.

Die Bergmehle Schwedens und Lapplands sind nicht die einzigen Erden, welche gegessen werden. In Nordasien und ganz besonders in Südamerika giebt es ganze Völkerschaften, welche als Zukost zu den Speisen, oder als Leckerbissen gewisse feine Erd- und Thonarten genießen; ja bei vielen Indianern und Negern Südamerika's und Westindiens ist das Erdessen geradezu eine Leidenschaft geworden. Ehrenberg hat mehrere dieser Erden und Thone untersucht und alle reich an Diatomeen- und Infusorienresten gefunden. Der beschränkte Raum dieses Buches verbietet mir leider, die in der Mikrogeologie gegebenen mikroskopischen Bilder jener Erden aufzunehmen. Sie konnten aber um so eher weggelassen werden, als sie weniger auffallende und interessante Formen enthalten, als die bis jetzt mitgetheilten.

Aber nicht allein Erd- und Thonschichten verdanken ihre Entstehung dem „Leben im kleinsten Raume", auch feste Gesteine sind von den mikroskopischen Bewohnern der Gewässer nach und nach aufgebaut worden. Unter denselben

schließen sich die sogenannten Polier- und Saugschiefer und die Mergelgesteine wegen ihrer geringen Härte zunächst an die bis jetzt geschilderten Erden und Thone an. So ist der Polierschiefer von Bilin in Böhmen weiter nichts als eine Anhäufung von Panzern der Gallionella distans, einer überaus zierlichen Diatomee, deren als kreisrunde, elegant gemusterte Scheiben ausgebildeten Individuen zu stabförmigen Kolonieen vereinigt zu sein pflegen. Diese Diatomee ist zugleich so klein, daß nach einer mit größter Umsicht angestellten Schätzung in einem einzigen Kubikzoll jenes Schiefers nicht weniger als 41,000 Millionen

Fig. 26. Lebendes Diatomeen- und Infusorienlager unter Berlin.

solcher Gallionellenpanzer enthalten sind! Auch die in den Braunkohlenflötzen vorkommenden Thon- und Sandlager, ja die Braunkohlen selbst, wenigstens die erdigen, sind nach Ehrenberg überaus reich an Diatomeen- und Infusorienpanzern. Desgleichen sind die erdigen Mergel der Hauptsache nach nichts Anderes als Anhäufungen von solchen mittelst Kalk oder Thon verkitteten Panzern von Süßwasserdiatomeen und Süßwasserinfusorien; dagegen bestehen die wirklichen Mergelgesteine, wie überhaupt alle aus mikroskopischen Geschöpfen zusammengesetzten Felsgesteine aus lauter Meeresthieren und Meerespflanzen, gehören also zu den Meeresbildungen. Diese wollen wir im Folgenden näher kennen lernen.

Organische Meeresbildungen.

Wir beginnen die Musterung dieser Gebilde billig bei dem Schlamme, welcher sich auf dem Grunde des Meeres ansammelt, da ja aus solchem Schlamme die meisten geschichteten Gesteine hervorgegangen sind. Daß im Grunde des Meeres ungeheure Massen von Panzern und Schalen mikroskopischer Geschöpfe aufgehäuft sein müssen, das wird dem geehrten Leser nach dem, was ich im vorhergehenden Abschnitt über das mikroskopische Leben des Meerwassers mitgetheilt habe, einleuchten. In der That bergen die auf dem Grunde des Meeres abgelagerten Schlamm- und Sandschichten unzählbare Mengen von Leichen zahlreicher Diatomeen, Infusorien und anderer mikroskopischer Geschöpfe. Einen Beweis dafür

Fig. 27. Meeresgrund.

liefert Fig. 27., welche eine Probe des Grundschlammes im südlichen Eismeer aus einer Tiefe von 11620 Fuß darstellt. Welch' wunderbar zierliche Formen enthält dieses Bild! Vor allen fällt die große runde, wie eine strahlende Sonne aussehende Scheibe (12) in die Augen, die man sogleich für eine Gallionella erkennen wird. Sie führt den Beinamen „Sonne" (Gallionella Sol), den sie sicherlich verdient. Zu ihren beiden Seiten bemerkt man vier kleinere runde Scheiben von verschiedener Größe und Gestaltung. 4 und 7 sind zwei Arten von Coscinodiscus,

5 ist Discoplea Rotula, 19 Symbolophora Pentas. Der unter den letzteren befindliche trichterförmige Körper (17) ist Rhizosolemia Calyptra, die darunter liegende runde Scheibe (3) wieder ein Coscinodiscus, und der lineale Körper rechts von beiden Grammatophora turgens. Die Mitte des Bildes nimmt ein viereckiges, fast wie ein Ofenthürchen aussehendes Schild ein, Anaulus scalaris, (1) welches in 2. von der Kante gesehen erscheint. Der seltsam geformte, dunkle, über 1. liegende Körper (15) ist Hemiaulus antarcticus. Darunter liegt ein wie eine Lanzenspitze geformter Körper, Rhizosolemia Ornithoglossa (18). Am allerzierlichsten ist aber die große, kaum zur Hälfte sichtbare Scheibe (6) gebildet, welche den wohlverdienten Beinamen „das Rad" führt (Discoplea Rota). Unter ihr ragt eine durch sie hindurchschimmernde ovale Scheibe hervor (16), Rhaphioleis fasciolata, während auf ihr ein eigenthümlicher Körper liegt, welcher aus über einander gelegten Blasen zu bestehen scheint. Dieser seltsame Körper gehört nicht mehr zur Gruppe der Diatomeen, sondern zu derjenigen der Polythalamien, einer ausschließlich das Meer bewohnenden Klasse mikroskopischer, mit Gehäusen versehener Thiere, mit welchen ich den geehrten Leser bald näher bekannt machen werde. Dieses Polythalamiengehäuse besteht nicht aus Kieselerde, wie die Panzer der

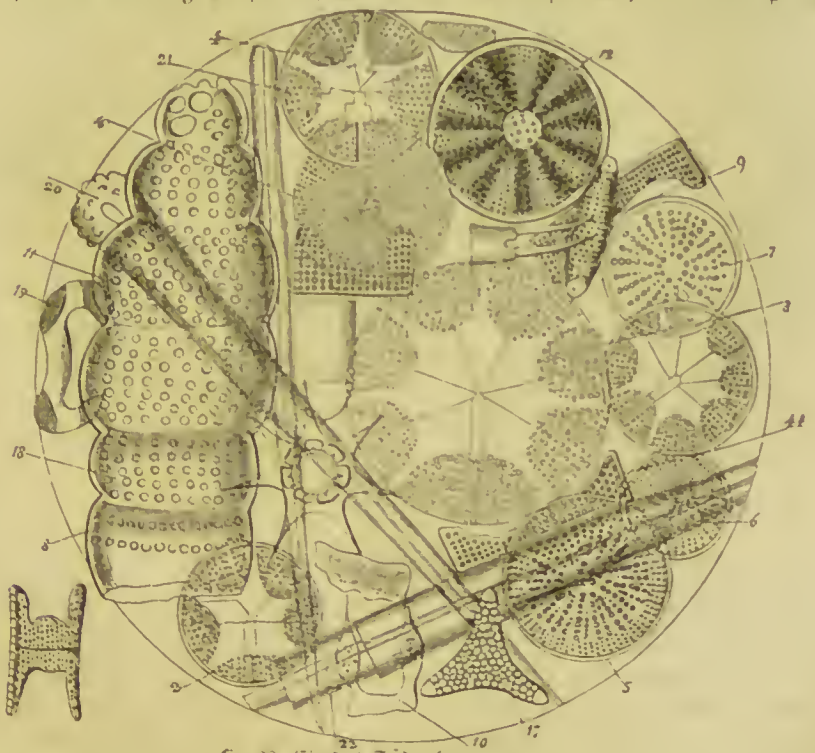


Fig. 28. Eis des Südpolarmeeres.

Diatomeen, sondern aus Kalk. Solche Polythalamienschalen finden sich im Verein mit Diatomeenpanzern fast überall im Schlamme des Meeres*).

*) So besteht der Schlamm der Elbe zu Cuxhaven zur Hälfte seines Volumens aus Kieselpanzern von Diatomeen und Infusorien und aus Kalkschalen von Polythalamien.

Fast noch zierlicher sind die auf dem mikroskopischen Bilde Fig. 28. befindlichen Formen, welche aus dem Eis des südlichen Polarmeeres stammen. Daß das Eis des Meeres zahlreiche organische Einschlüsse, besonders mikroskopische Geschöpfe enthält, kann bei dem außerordentlichen Reichthum des Seewassers an solchen Wesen durchaus nicht Wunder nehmen. Ganz besonders ist dies aber mit jenen, blos dem südlichen Polarmeer eigenen, dünnen, flachen Eismassen der Fall, welchen die Seefahrer zur Unterscheidung von den großen, für die Schiffe so gefährlichen Eisbergen den Scherznamen „Pfannkucheneis" gegeben haben. Dergleichen Eis sieht oft ganz braun aus, indem es unzählbare Billionen von Diatomeen

Fig. 29. Trippelfelsen von Richmond.

enthält. Wie im Schlamme des Südpolarmeeres, so herrschen auch hier die scheibenartigen, runden Formen vor. Von den neun in Fig. 28. enthaltenen Formen dieser Art gehören 1 bis 4 der Gattung Asteromphalus, 5 bis 7 der Gattung Coscinodiscus, 12 der Gattung Halionyx, 16 der Gattung Symbolophora an. Nächst diesen runden Scheiben fallen besonders die drei langen spindelförmigen Stäbe 20, 21 und 22, und die aus dicken, bauchigen Gliedern zusammengesetzte Kolonie 11 in die Augen. Erstere sind verschiedene Arten der Gattung Spongio-

lithis, letztere besteht aus an einander gereihten Individuen von Gallionella pileata. Der zierliche, siebenzackige Stern (8) ist Dictyocha septenaria, das Dreieck (17) Triceratium pileosum.

Aehnlich wie der Grund des südlichen Eismeers und wie das Südpolareis scheint die Mehrzahl der Trippel- und Mergelfelsen zusammengesetzt zu sein. Runde Scheiben, besonders Arten der Gattungen Actinoptychus, Coscinodiscus, Conodiscus und Gallionella, letztere meist zu cylindrischen Stäben verbunden, herrschen vor; daneben treten zahlreiche Arten von Pinnularia, Dictyocha, Spongiolithis, und in den Mergelfelsen auch kalkige Polythalamienschalen

Fig. 30. Mergelfelsen von Aegina.

auf. Fig. 29. und 30., von denen erstere eine Probe eines bei Richmond in Virginien vorhandenen Trippelfelsens, letztere ein Stückchen Mergelfelsen von der griechischen Insel Aegina darstellt, können als Beispiele dienen. Jener Trippelfelsen ist, wie man deutlich sieht, vorzugsweise aus Gallionellenscheiben und Gallionellenstäben zusammengesetzt, der Mergel von Aegina dagegen aus Individuen von Actinoptychus (die runden in sechs Felder abgetheilten Scheiben), Conodiscus (die runden, aus lauter kleinen Kreisen bestehenden Scheiben), Bruchstücken von Lithornithium (die mit kleinen Kreisen bedeckten Plättchen) und Polythalamienschalen. Das viereckige, mit kleinen Ringen bestreute Scheibchen ist eine Amphi-

tetras parallela, der zur Hälfte vorhandene Stern am linken Rande eine Dictyocha. Die Polythalamienschalen gehören fast alle der Gattung Rotalia an. In dem Trippel von Richmond bemerkt man ebenfalls einen Actinoptychus (rechts unten), desgleichen Bruchstücke vom Lithornithium. Oben liegt eine wohlerhaltene Pinnularia, in der Nähe des linken Randes eine Dictyocha Crux (der in vier Kammern abgetheilte und mit vier Zacken kreuzförmig besetzte Kreis), rechts oben ein seltsamer Spongiolithis (der gebogene, bolzenförmige Körper). In diesem Gestein hat Ehrenberg über 100, in dem von Aegina 97 verschiedene Formen organischen Ursprungs aufgefunden. Aus höchst merkwürdigen, aber immer noch zur Gruppe der Diatomeen gehörenden Formen besteht ein weißes Mergelgestein von der westindischen Insel Barbados, von welchem ein kleines Stückchen blos hundertfach

Fig. 31. Mergelgestein von Barbados.

vergrößert in dem mikroskopischen Bilde Fig. 31. dargestellt erscheint. Mit Ausnahme der stabförmigen Dictyocha Fibula (47), der Flustrella concentrica (29), der Lithocyclia Ocellus (30) und einiger Bruchstücke von Lithornithium (66) sind es fremdartige, ja wahrhaft wunderbare Formen, welche diese Gesteinsprobe zusammensetzen. Vor allen werden die Formen 2, 17, 19, 20 und 21 die Aufmerksamkeit des geehrten Lesers erregen; es sind dies Panzer verschiedener Ar-

ten der Gattungen Encyrtidium (17—19) und Podocyrtis (20 und 21). Nicht minder merkwürdig sind die Formen 6 und 7, Arten von Lychnocanium, sowie 58, 59 und 60. Im Ganzen hat Ehrenberg in diesem Gestein 70 verschiedene Formen beobachtet. Ein sehr ähnlich zusammengesetztes Mergelgestein findet sich auf der im bengalischen Meerbusen gelegenen Nikobarinsel. In der Mitte zwischen diesen und dem Mergelgestein von Aegina steht der Mergelfelsen von Caltanisetta in Sizilien, worin nach Ehrenberg 80 organische Formen vorkommen. Ueberhaupt bieten die Mergelgesteine einen ungemein großen Reichthum an versteinerten Leibern mikroskopischer Geschöpfe und eine wunderbare Mannichfaltigkeit in der Zusammensetzung aus diesen Formen dar, und da die Mergelgesteine in den über die ganze Erde verbreiteten Formationen des Keupers, der Kreide und des Tertiärgebirges überaus häufig und oft als mächtige Schichten auftreten, so kann man daraus einen Schluß auf die ungeheure Menge mikroskopischer Geschöpfe ma-

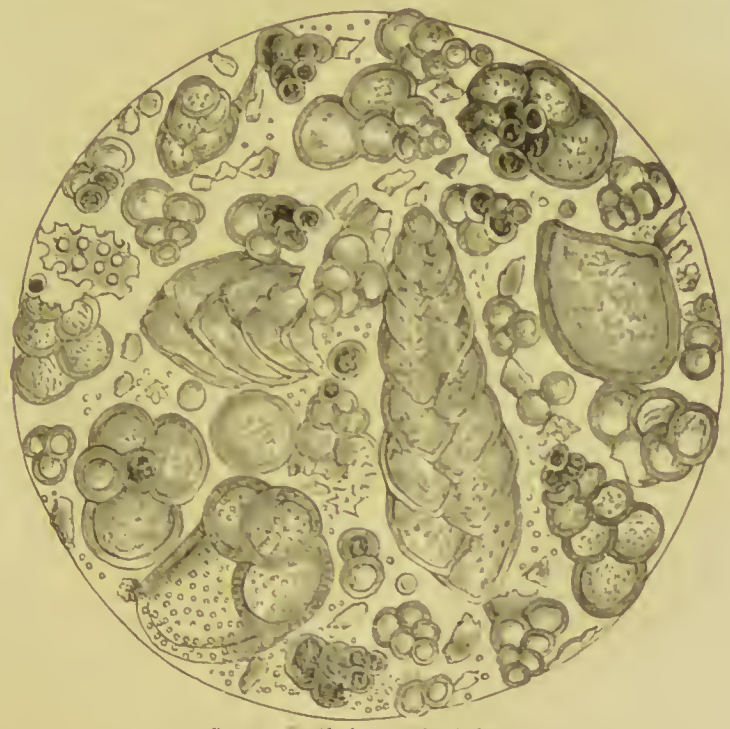


Fig. 32. Kalkfelsen des Antilibanon.

chen, welche in den Meeren, deren ursprünglicher Bodensatz jene Mergelgesteine sind, gelebt haben müssen. Denn die Mehrzahl der Mergelgesteine ist lediglich aus Kieselpanzern von Diatomeen und Infusorien, überhaupt aus Resten mikroskopischer Geschöpfe zusammengesetzt. Der beigemengte Kalk oder Thon, welcher diesen Gesteinen ihre Farbe und zum Theil eine technische Wichtigkeit giebt, dient blos als Bindemittel für die organischen Formen.

Dasselbe gilt von den Kalkgesteinen der Kreideformation, denn auch sie bestehen fast nur aus mittelst Kalk verkitteten organischen Formen. Allein die

Zusammensetzung der Kreidekalke ist eine ganz andere, als diejenige der Mergel, indem die Diatomeenpanzer in jenen Gesteinen nur in sehr beschränkter Anzahl vorkommen, während die Hauptmasse von Polythalamienschalen gebildet wird. Dies wird sogleich einleuchten, wenn man einen Blick auf die beiden mikroskopischen Bilder Fig. 32. (s. umst.) und 33. wirft, von denen das erste ein Stückchen des weißen kreideartigen Kalkes, welcher das Antilibanongebirge in Syrien zusammensetzt, das zweite eine Probe wirklicher Kreide (Schreibekreide) von den Kreidefelsen bei Gravesend in England darstellt. In letzterem erscheinen allerdings noch einige Diatomeenpanzer, nämlich die stab- und spindelförmigen Körper, welche verschiedenen Arten der Gattungen Coniorhaphis und Coniostylis angehören, dagegen ist der Kalkfels des Antilibanon gänzlich aus Polythalamienschalen gebildet.

Fig. 33. Kreide von Gravesend.

Vor allen Dingen liegt es mir nun ob, den freundlichen Leser mit diesen bisher noch nicht geschilderten Geschöpfen, deren Gehäuse ein ebenso zierliches als seltsames Ansehen haben, bekannt zu machen. Die Polythalamien, auch Foraminiferen (Löcherträger) und Rhizopoden (Wurzelfüßler) genannt, sind mikroskopisch kleine Meerthierchen, deren weicher, gallertartiger Körper mit einer kalkigen Schale bedeckt ist und gewöhnlich aus mehreren Abtheilungen oder Lappen besteht, denen sich die Schale genau anschließt. Letztere zerfällt daher stets in mehrere Kammern, und dieser Umstand hat den von Ehrenberg erfundenen Namen Poly-

thalamien, d. h. Thiere mit vielkammerigen Gehäusen veranlaßt. Die Kammern der Schale sind bald in eine, bald in zwei in einander greifende Reihen, bald uhrfederartig oder schneckenförmig angeordnet. Im letztern Falle hat die Polythalamienschale die größte Aehnlichkeit mit dem ebenfalls gekammerten Gehäuse des zu den Kopffüßlern (Cephalopoden), einer Abtheilung der Weichthiere gehörenden Papiernautilus, doch ist die Polythalamienschale stets geschlossen mit Ausnahme der letzten Kammer, welche eine oder auch mehrere sehr kleine Oeffnungen zeigt, durch welche das Thierchen ungemein feine Fäden herausstreckt, die ihm zur Bewegung und wahrscheinlich auch zum Ergreifen der Nahrung dienen. In der frühesten Jugend bestehen die Polythalamien blos aus einer einzigen Kammer; die vielen Kammern, welche die Schale des ausgewachsenen Thieres zeigt, bilden sich nach und nach während der weitern Entwickelung des letztern. Diese seltsamen Thierchen, welche von Ehrenberg zu den Korallen gestellt, von Alcide d'Orbigny dagegen, und wol mit mehr Recht, als eine selbstständige, zwischen den Polypen und Strahlthieren stehende Abtheilung des Thierreiches betrachtet werden, leben noch jetzt in großer Menge an sandigen Meeresküsten, weshalb man den feinen Sand und Schlamm auf dem Grunde solcher Küsten immer mit einer großen Anzahl ihrer Gehäuse vermengt findet. Ihre jetzige Menge ist jedoch nichts im Vergleich zu den ungeheuren Massen von vorweltlichen Arten, welche zur Zeit, als die Schichten der so mächtig entwickelten Kreideformation sich bildeten, in dem damaligen Meere gelebt haben müssen. Denn nicht allein die eigentliche, weiche Schreibekreide, welche an den Küsten Englands, Irlands und der Insel Rügen, Schwedens, der dänischen Inseln und anderwärts gewaltige Felsen bildet, besteht der Hauptsache nach aus mit Kalk verkitteten Polythalamienschalen, es gilt dies auch von der Mehrzahl der zur Kreideformation gehörenden und die Hauptmasse derselben ausmachenden Kalke, d. h. von Gesteinen, welche ganze Gebirge zusammensetzen, ja bisweilen, wie in den Pyrenäen, Berge von 10,000 Fuß Höhe und darüber bilden. Dabei sind diese zierlichen Polythalamienschalen so klein, daß ein einziger Kubikzoll Kreide oft Millionen derselben beherbergt, denn ihr Durchmesser beträgt höchstens $^1/_{24}$ Linie und schwankt zwischen dieser Größe und derjenigen von blos $^1/_{288}$ Linie. Auch hinsichtlich des Formenreichthums stehen die Polythalamien den Diatomeen wenig nach, obwol sie weder so zierlich gebaut, noch so durchsichtig sind. Man kennt bereits eine große Menge von Gattungen und viele Hunderte von Arten. So hat Ehrenberg in dem Fig. 32 abgebildeten Kreidekalk vom Antilibanon 43, in der Kreide von Gravesend (Fig. 33.) sogar 51 verschiedene Polythalamienarten aufgefunden. Die am häufigsten vorkommenden Gattungen sind Textillaria, Rotalia, Globigerina, Planulina und Rosalina. Die große, aus einer Doppelreihe von Kammern bestehende Polythalamienschale in der Mitte von Fig. 32. ist ein Grammostomum spatiosum, eine seltnere Art; die übrigen Gehäuse gehören meist den Geschlechtern Planulina und Textillaria an. In Fig. 33. herrschen Textillarien und Rotalien vor, darunter sind Planulinen gemischt. Zu den charakteristischen Beimengungen der Kreideschichten gehören bekanntlich die Feuersteinknollen. Diese aus Kieselerde bestehenden Steine umschließen ebenfalls zahlreiche

mikroskopische Geschöpfe. Es sind dies aber keine Polythalamien, sondern Diatomeen, sowie einige (versteinerte) Desmidieen. Zu letzteren gehört das in den Feuersteinen ziemlich häufig vorkommende Xanthidium furcatum. Außer dem Feuerstein findet sich in der Kreide, und nicht allein in den Kalken, sondern auch in den Sandsteinen dieser Formation, ein grünliches, in Form von kleinen verschiedenartig gestalteten Körnchen auftretendes Mineral, welches wegen seiner Farbe den der griechischen Sprache entlehnten Namen Glaukonit erhalten hat. Oft sind die Glaukonitkörnchen so klein, daß man sie mit bloßem Auge nicht wahrnehmen kann, und ihre Gegenwart nur an der grünlichen Farbe erkennt, welche sie dem Gestein ertheilen. Erst im vorigen Jahre hat nun Ehrenberg entdeckt, daß diese Glaukonitkörner nichts Anderes, als die „Steinkerne" von Polythalamienschalen sind. Man wird fragen, was darunter zu verstehen sei. Steinkerne nennt man in der Paläontologie, d. h. in der Wissenschaft, welche sich mit den versteinerten, verkohlten und ausgelaugten Ueberresten vorweltlicher Pflanzen und Thiere beschäftigt, Abgüsse der innern Gestaltung hohler Formen, z. B. des innern Raumes von Schneckenhäusern und Muscheln. Solche Steinkerne entstehen dadurch, daß nach dem Ausfaulen des eigentlichen Thierkörpers feiner Schlamm die leere Höhlung des thierischen Gehäuses ausfüllt, und letzteres später auf irgend eine Weise zerstört wird und verschwindet. Die Glaukonitkörnchen sind lauter solche kleine Abformungen des Innenraums ursprünglich vorhanden gewesener Polythalamiengehäuse.

Diese wenigen Schilderungen werden genügen, um den geehrten Leser zu überzeugen, welch' bedeutenden Antheil das mikroskopische Leben an dem Schichtenbau der Erde genommen hat, und wie mächtig dasselbe aus diesem Grunde für den Menschen ist. In der That würde die Erde mächtige Gebirge, der Mensch eine Menge der wichtigsten, ihm gegenwärtig geradezu unentbehrlichen Gesteine und Erdarten entbehren, wäre die mikroskopische Pflanzen- und Thierwelt in früheren Perioden der Erde nicht in so ungeheurem Maaßstabe entwickelt gewesen. Ich erinnere an die vielfache technische Verwendung, welche allein die verschiedenen Varietäten der gemeinen Kreide finden, an die unschätzbare Wichtigkeit der zur Kreideformation gehörenden Kalke und Sandsteine (z. B. des Plänerkalks und Quadersandsteins in Sachsen und Böhmen) als Baumaterialien, an die Nützlichkeit des Polirschiefers und Trippels, an die Bedeutung des Bergmehls für die Bewohner der Polargegenden u. s. w. Solche Betrachtungen sind wol geeignet, uns die mikroskopischen Geschöpfe in einem noch andern Interesse, als dem blos wissenschaftlichen erscheinen zu lassen, denn sie überzeugen uns, daß wir jenen unendlich kleinen Wesen zum innigsten Danke verpflichtet sein müssen. Ist man aber erst zu dieser Ueberzeugung gelangt, dann wird man auch das uns gegenwärtig auf jedem Schritt und Tritt umgebende mikroskopische Leben nicht mehr verabscheuen oder verachten.

Culturerden, Thon, Lehm, Sand, Guano.

Da so viele Gesteine nichts weiter sind, als Anhäufungen von Leichen mikroskopischer Pflanzen und Thiere, und jene Gesteine fast in allen Gegenden der Erde

angetroffen werden, so liegt es auf der Hand, daß auch die an der Oberfläche der Erde befindlichen Bodenarten und erdigen Schichten an sehr vielen Punkten, wenn nicht überall, mit Resten mikroskopischer Geschöpfe mehr oder weniger vermengt sein müssen. Die Mehrzahl jener erdigen Schichten verdankt nämlich ihre Entstehung der Zertrümmerung und Verwitterung fester Gesteine, entweder der unmittelbar darunter liegenden, oder anderer in der Ferne gelegenen, deren Trümmer durch Wasserfluthen später an ihren gegenwärtigen Fundort gebracht und daselbst als Schlamm, Sand und Gerölle abgesetzt wurden. Zu den auf diese Weise entstandenen Bodenarten gehören vorzüglich der Thon, Lehm und Sand, sowie sämmtliche Culturerden, d. h. der Acker- und Gartenboden. Ehrenberg hat nun viele Ackererden, Thone, Lehme und Sande aus allen Welttheilen untersucht, und fast in allen Spuren mikroskopischen Lebens, besonders Diatomeen- und Infusorienpanzer, theils in wohlerhaltenen, theils in abgeschliffenen Fremdlaren, theils blos in Bruchstücken gefunden. Reich an Süßwasserdiatomeen ist z. B. der Ackerboden um Delitzsch, Ehrenberg's Geburtsort, der bekanntlich zu den besten Culturerden Deutschlands gehört. Dagegen enthält die sandige, wenig ergiebige Ackerkrume in den Umgebungen Berlins nur wenige Reste des mikroskopischen Lebens. Aus den bisher angestellten mikroskopischen Untersuchungen der Culturerden scheint in der That hervorzugehen, daß bei denselben die Zahl der in ihnen enthaltenen Reste des mikroskopischen Lebens in geradem Verhältnisse zu ihrer Güte stehen, daß also die Ackererde desto ergiebiger, desto fruchtbarer sei, je mehr sie von solchen Resten enthalte, desto unergiebiger, je weniger von denselben in ihr gefunden werden. Sollte sich diese Vermuthung als wahr bestätigen, so würde das untergegangene mikroskopische Leben eine neue Wichtigkeit für den Menschen erlangen, und das Mikroskop ein untrügliches Mittel werden, um sofort die Güte eines Ackerbodens beurtheilen zu können.

Aermer als die Culturerden pflegen der Thon, Lehm und Sand an Resten des mikroskopischen Lebens zu sein. So besteht der feine Flugsand vom Rehberge bei Berlin blos aus Quarz- und Feldspathbröckchen ohne alle Beimengung weder von organischen Resten, noch von Glimmer oder Kalk. Ein solcher Sand ist keiner Cultur fähig. Ebenso wenig eignet sich der goldführende Sand in Californien zum Ackerbau. Derselbe ist nämlich nach Ehrenberg blos aus krystallinischen schwarzen Magneteisenbröckchen, aus kleinen sechsseitigen Krystallprismen von verschiedener Farbe (Quarz) und vielen feinen Goldschüppchen zusammengesetzt. Dagegen enthalten alle thonigen Sande neben Sand- und Thonbröckchen immer noch einzelne Reste von Diatomeen, Infusorien und anderen mikroskopischen Geschöpfen.

Sehr reich an solchen Resten ist endlich der Guano. Man wird sich davon überzeugen, wenn man sich den umstehend beigedruckten Holzschnitt Fig. 34. ansehen will, welcher eine Probe des peruanischen Guano darstellt. In derselben sind nicht weniger als 8 verschiedene Formen von Diatomeenpanzern enthalten, von denen die drei runden Scheiben den Gattungen Actinoptychus (1), Aulacodiscus (2) und Coscinodiscus (3) angehören, der vierzackige Körper (4) eine

Dictyocha abnormis, der eigenthümlich gezeichnete, tafelförmige Körper (5) eine Grammatophora oceanica, der stabförmige Körper (7) ein Lithostylidium ist. Da dem geehrten Leser bekannt sein wird, daß der Guano lediglich aus Vogelmist besteht, so dürfte ihm das Vorkommen so zahlreicher Diatomeenpanzer darin vielleicht unglaublich erscheinen. Aber gerade die Entstehungsweise des Guano erklärt dessen Reichthum an jenen organischen Resten. Ich brauche blos an unsere Gänse

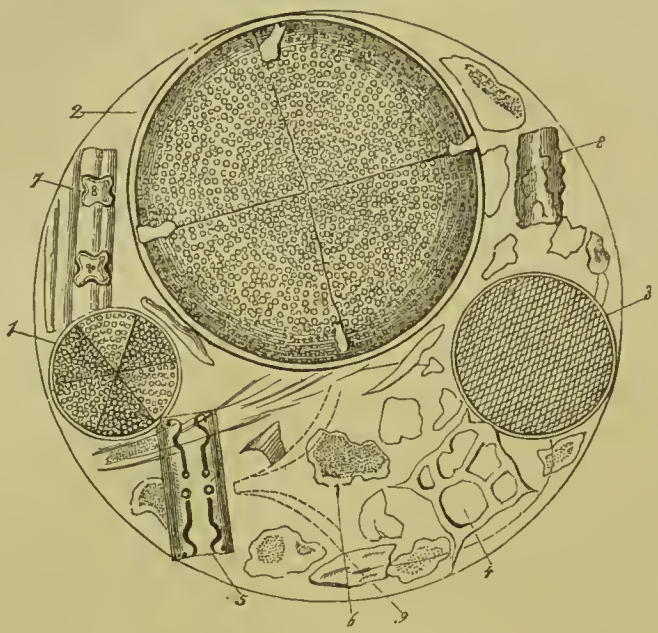


Fig. 34. Guano.

zu erinnern, welche, wie Jedermann weiß, begierig Sand fressen, um sofort das Vorkommen zahlreicher Diatomeenpanzer im Guano begreiflich zu machen. Wahrscheinlich fressen die Vögel, denen der Guano seine Entstehung verdankt, außer ihrer eigentlichen Nahrung Erdarten, welche reich an Diatomeenpanzern sind, vielleicht gar blos aus solchen bestehen, und da diese Panzer der auflösenden Einwirkung des Magensaftes widerstehen, so müssen sie natürlich mit dem Koth entleert werden. In der That stimmen die von Ehrenberg im peruanischen Guano aufgefundenen Diatomeen mit denjenigen vollkommen überein, welche längs der Küste von Peru in sandig-thonigen Ablagerungen in großer Menge vorkommen. Denn der Guano wird bekanntlich nicht in Peru selbst gefunden, sondern auf nackten, ziemlich entfernt von den peruanischen Küsten im großen Ocean liegenden Felseilanden, besonders auf den unter dem Aequator gelegenen Gallopagosinseln, welche die den Guano erzeugenden Vögel alljährlich in ungeheuren Schaaren besuchen, um daselbst zu brüten.

Dritter Abschnitt.

Die mikroskopische Wunderwelt der Luft.

Nicht blos das Wasser und der Erdboden sind von zahllosen Schaaren theils lebender, theils todter mikroskopischer Geschöpfe durchdrungen, auch die atmosphärische Luft ist es in vielen Fällen, vielleicht immer, denn wenn auch die Luft keinem der mikroskopischen Thiere oder Gewächse als bleibender Aufenthalt dienen kann, indem keines jener Geschöpfe aus und in der Luft seine Nahrung aufzunehmen vermag, so wird doch die Luft sehr häufig der „Träger" des mikroskopischen Lebens. Es wurde bereits im ersten Abschnitte angedeutet, daß die eingetrockneten Leiber der Infusorien, welche als formloser grauer Staub auf dem ehemaligen Grunde verdunsteter Pfützen, Lachen und Teiche liegen, durch den Wind emporgehoben und oft über weite Länderstrecken fortgeführt und verstreut werden, wo sie zu neuem Leben erwachen, wenn sie mit Wasser in Berührung kommen. Nicht selten mögen solche Infusorien bereits lebend aus der Luft herabfallen, wenn sie nämlich vom Regen herabgerissen werden, denn gewiß rühren die Infusorien, welche man fast in allen Regenpfützen entdeckt, nicht immer von daselbst vorhanden gewesenen eingetrockneten Infusorienleibern her, sondern von solchen, welche, in den Regentropfen eingeschlossen, aus der Luft herabgefallen sind. Ganz dasselbe kommt auch mit Diatomeen vor. So hat Dr. Rabenhorst in Dresden mehr als einmal beobachtet, daß das Wasser, welches aus aufgefangenen Schneeflocken entstanden war, von Diatomeen, und zwar von lebenden wimmelte. Darunter waren Arten, welche um Dresden nicht vorkommen, sondern aus weiter Ferne stammten.

Die von dem Winde in die Atmosphäre zufällig emporgerissenen Diatomeen und Infusorien sind aber nicht die einzigen mikroskopischen Formen, welche man in den aus der Atmosphäre erfolgenden wässerigen und festen Niederschlägen beobachtet; man findet nicht selten noch ganz andere, theils organische theils unorganische Beimengungen darin, als Pilzsamen, Blüthenstaub, mikroskopisch kleine Algen, Krystalle u. s. w. Bisweilen fallen dergleichen mikroskopische Körper in solcher Menge nieder, daß man sie als „Regen" oder „Schnee" bezeichnet, je nachdem diese Niederschläge im Sommer oder Winter, bei Wärme oder Kälte geschehen. Dergleichen Niederschläge eigenthümlicher Art sind die mit dem Namen Schwefelregen, Samenregen, Blutregen, Staubregen, Aschenregen, rother

Schnee u. s. w. bezeichneten Erscheinungen, von denen manche, wie namentlich der sogenannte Schwefel- und Blutregen, in früherer Zeit, wo man deren wirkliche Natur noch nicht kannte, dem Aberglauben reiche Nahrung gewährten. Auch der geehrte Leser wird wahrscheinlich von jenen Erscheinungen schon gehört haben, wenigstens vom Aschenregen, da dieser ja fast bei allen vulcanischen Ausbrüchen vorzukommen pflegt. Man dürfte aber vielleicht noch nicht darüber im Klaren sein, was es eigentlich sowol mit dem Aschenregen, als mit den andern eben genannten Niederschlägen für eine Bewandtniß hat. Ich will daher im Folgenden diese ebenso eigenthümlichen als interessanten Erscheinungen näher schildern und den Leser mit der wahren Beschaffenheit derselben, welche uns das Mikroskop kennen lehrt, bekannt machen. Der bessern Uebersicht wegen theile ich die mikroskopische Formen enthaltenden Niederschläge in solche ein, welche entweder ganz und gar oder wenigstens der Hauptsache nach aus unorganischen Körpern bestehen, und höchstens einzelne abgestorbene Leiber mikroskopischer Geschöpfe oder Trümmer und Bruchstücke davon enthalten, und in solche, welche gänzlich oder wenigstens größtentheils aus lebenden mikroskopischen Geschöpfen oder aus Keimen derselben zusammengesetzt sind.

Atmosphärische Niederschläge, welche aus unorganischen Formen bestehen oder ein Gemenge von unorganischen und organischen Formen sind.

Wir beginnen die Musterung der hierher gehörigen Niederschläge mit — dem Schnee. Ja, mit dem gemeinen Schnee, denn auch dieser ist kein amorpher (formloser) Körper, sondern aus Formen von sehr bestimmter Art, nämlich aus Krystallen, zusammengesetzt. Man kann sich hiervon sehr leicht selbst überzeugen, ohne daß man nöthig hätte, zum Mikroskop seine Zuflucht zu nehmen. Man braucht blos im Winter, wenn es bei kalter Witterung schneit, wenn daher der Schnee nicht naß ist und folglich nicht in großen Flocken, sondern in feinen Blättchen herabfällt, die einzelnen Blättchen zu betrachten, welche an unserm Rocke oder Hute haften bleiben. Noch besser ist es, wenn man die herabflatternden Schneeblättchen mit einem dunkelgefärbten und kalten Gegenstande, etwa mit einer Schiefertafel, auffängt. Dann wird man sehen, daß ein jedes solches Schneeblättchen einen in sich abgeschlossenen Körper, nämlich eine höchst regelvolle und zierliche, mehr oder weniger in sich gegliederte Figur bildet. Schon eine schwache Vergrößerung wird uns belehren, daß diese Figuren, die man fälschlich Schneekrystalle zu nennen pflegt, aus einer großen Menge kleiner nadelförmiger Eiskrystalle bestehen. Fig. 35. zeigt die verschiedenen Formen der sogenannten Schneekrystalle in schwacher Vergrößerung. Die leichte Vergänglichkeit derselben macht es sehr schwer, fast unmöglich, sie längere Zeit unter dem Mikroskop zu beobachten und ein stark vergrößertes Bild davon zu zeichnen. Gelingt aber eine mikroskopische Beobachtung, so sieht man, daß die scheinbaren Eisnadeln oder Stäbchen, aus denen ein jedes Schneeblättchen zusammengesetzt ist, keineswegs Nadeln oder Stäbchen, sondern sechsseitige Doppelpyramiden sind, deren spiegelglatte Flächen das

Licht lebhaft reflectiren. Bei starker Vergrößerung gewähren daher die sogenannten Schneekrystalle einen überaus prachtvollen Anblick, aber freilich muß man in den meisten Fällen auf diesen Anblick verzichten, indem die Schneekrystalle eher zerfließen, als man dem Mikroskop die richtige Einstellung gegeben hat. Die sechsseitige Doppelpyramide ist die gewöhnlich vorkommende Krystallform des Eises, die eigentliche Krystallisationsform (die Grundform) ist aber ein regelmäßiges sechsseitiges Prisma. Diese Eiskrystalle bilden sich, wie überhaupt alle Krystalle, aus unendlich kleinen Theilchen (Molecule, Atome), indem sich letztere nach bestimmten Gesetzen zusammengruppiren. Die Bildung der Eiskrystalle läßt sich unter dem Mikroskop nicht gut beobachten, weil dazu genau eine Temperatur von Nullgrad erforderlich ist. Leicht dagegen kann man die Krystallisation solcher Körper unter dem Mikroskope beobachten, welche nur in heißen Flüssigkeiten auflösbar sind und daraus beim Abkühlen der Flüssigkeit krystallisiren. Dahin gehört z. B. das Sublimat (Quecksilberchlorid), welches sich in kochendem Weingeist sehr leicht auflöst, beim Abkühlen der gesättigten Auflösung aber wieder in schönen vierseitigen Säulen mit zweiflächiger Zuspitzung auskrystallisirt. Der Anblick, den der Krystallisationsprozeß unter dem Mikroskop darbietet, läßt sich nicht beschreiben, ist aber überaus schön und imponirend. Man sieht anfangs nichts, als ein wasserhelles, vollkommen ruhiges Gesichtsfeld. Urplötzlich fängt sich dieses Gesichtsfeld zu beleben an, indem von allen Seiten her wasserhelle Körperchen blitzschnell nach bestimmten Punkten zusammenschießen und sich daselbst zu kleinen Krystallen vereinigen, welche sich nun fort und fort vergrößern und bisweilen ihre Gestalt wie die Figuren in einem Kaleidoskop unaufhörlich verändern, bis sie ihre völlige Ausbildung und die ihnen von der Natur vorgeschriebene Form erreicht haben. Begreiflicher Weise läßt sich dieser interessante Vorgang durch eine bildliche Darstellung nicht veranschaulichen. Wegen des überraschenden Wechsels der Formen und der außerordentlichen Schönheit der letzteren pflegt das Krystallisiren von Salzen bei den öffentlichen Vorstellungen, welche die Besitzer von Sonnen- und Gasmikroskopen geben, immer eine Hauptrolle zu spielen.

Fig. 57. Schneekrystalle.

Nach dieser Abschweifung kehre ich zu den aus der Atmosphäre erfolgenden Niederschlägen zurück. Wenn es längere Zeit nicht geregnet hat, so ist das zuerst herabfallende Regenwasser gewöhnlich durch den in der Atmosphäre schwebenden Staub verunreinigt. Wo nun in Folge großer Trockenheit und Hitze sehr viel Staub durch die Winde von der Oberfläche der Erde weggehoben und in die Luft

verstreut worden ist, da kann es geschehen, daß bei eintretendem Regen anstatt Wassertropfen förmliche Staub- oder Schlammflocken herabfallen. Auch kann unter Umständen die von der Atmosphäre getragene Staubmasse unmittelbar, ohne Regen, auf die Erde herabfallen, dann nämlich, wenn in den oberen Luftschichten plötzlich ein nach der Oberfläche der Erde gerichteter Wind entsteht, oder, wie es wol der häufigere Fall ist, die über einer Gegend schwebende Staubmasse von Windstößen umgeschüttelt und mit Ungestüm weiter getrieben wird. Auf solche Weise entstehen die sogenannten Staub-, Sand- und Schlammregen, welche oft beobachtet werden. Am häufigsten kommen dergleichen seltsame Niederschläge in den wärmeren Zonen vor. So vergeht in den Umgebungen des mittelländischen Meeres, besonders an der Südküste von Spanien, der Westküste von Portugal und an der West- und Nordküste von Afrika wol kein Jahr, ohne daß nicht wiederholt Staubregen einträte, und zwar bisweilen in solcher Menge, daß die Vegetation darunter leidet. Schon im Jahre 1847 hat Ehrenberg nachgewiesen, daß jene Staubregen an den genannten Küsten durch die oberen Strömungen des Passatwindes veranlaßt werden, welche staubartige Theilchen aus Südamerika über den atlantischen Ocean herüberführen. Aber wie in aller Welt — höre ich den geehrten Leser fragen — ist es möglich, dieses nachzuweisen? — Durch die mikroskopische Untersuchung des herabgefallenen Staubes, lautet die einfache Antwort. Ehrenberg hat nämlich gefunden, daß der Staubregen keineswegs blos aus wirklichem Staube, d. h. aus fein zermalmten Erden und Gesteinen besteht, sondern demselben stets theils wohlerhaltene Exemplare, theils Bruchstücke von Diatomeen- und Infusorienpanzern, wol auch von Polythalamienschalen und anderen mikroskopischen Formen beigemengt sind. In dem von ihm untersuchten, an der Westküste Afrika's und an den Südküsten Europa's niedergefallenen Staube waren nun fast blos Reste von mikroskopischen Geschöpfen, welche theils lebend, theils fossil bisher einzig und allein in Südamerika beobachtet worden sind. Folglich mußten jene Staubmassen aus Südamerika, vermuthlich aus den dürren, staubigen Steppen in den ungeheuren Ebenen der Llanos von Venezuela oder der Pampas von Buenos-Ayres nach Afrika und Europa herübergekommen, und dies konnte allerdings blos durch den sogenannten zurückkehrenden Passatwind, welcher in den oberen Luftschichten über dem eigentlichen Passatwind weht, bewirkt worden sein. Man sieht hieraus, welche wichtige Entdeckungen und welche sichere Folgerungen ein einziger Blick ins Mikroskop zu gewähren vermag. Damit der freundliche Leser sich einen Begriff davon machen könne, wie solcher „Passatstaub" aussieht, habe ich aus Ehrenberg's berühmtem Werke ein mikrospisches Bild copiren lassen, welches die Zusammensetzung des im October 1846 zu Lyon und Genua niedergefallenen Staubregens veranschaulicht (s. Fig. 36.). Ehrenberg hat in diesem Staube nicht weniger als 150 verschiedene organische Formen erkannt, deren Mehrzahl unzweifelhaft aus Südamerika stammt. Die meisten dieser Formen sind natürlich sehr abgeschliffen und verstümmelt, einzelne jedoch wohl erhalten. Zu den letzteren gehören in der linken Hälfte des Bildes, welches eine Massenansicht des in Genua niedergefallenen Staubes darbietet, Eunotia amphioxys

(a), Gallionella planulata (c) und Spongiolithis acicularis (d), in der rechten Hälfte, die eine Probe des zu Lyon gesammelten Staubes enthält, die schöne Eunotia longirostris (a), lauter ächt südamerikanische Diatomeen. Nicht selten ist der Passatstaub dunkel, schwärzlich, bräunlich oder röthlich, ja ganz roth gefärbt. Wird solcher Staub von herabfallendem Regen aus der Luft auf die Erde herniedergerissen, so müssen natürlicher Weise auch die Wassertropfen oder im Winter die Schneeflocken dieselbe Farbe besitzen. Auf diese Weise entstehen die unter dem Namen Blutregen und rother Schnee bekannten und in früherer Zeit, sowie noch jetzt von unwissenden und abergläubischen Menschen und Völkern gefürchteten Erscheinungen, welche hier und da, besonders in den am mittelländischen Meer gelegenen Ländern, nicht selten beobachtet werden. Was den sogenannten „rothen Schnee" anlangt, so ist zu bemerken, daß derselbe nicht immer durch rothgefärbten Passatstaub bedingt wird, sondern ebenso oft, vielleicht noch öfter, durch rothgefärbte lebende Infusorien u. mikroskopische Algen. Dies gilt besonders von dem rothen Schnee der Hochalpen und Polargegenden, von dem weiter unten die Rede sein wird. Dagegen beruhte der rothe Schnee, welcher wiederholt in Oberitalien, Istrien, Frankreich, selbst in den Niederlanden, und zwar fallend beobachtet worden ist, ohne Zweifel auf rothgefärbtem Passatstaube. An der Westküste Afrika's erscheint der Passatstaub gewöhnlich sehr dunkelfarbig. Der dort häufig vorkommende Staubregen hat deshalb den Namen Dunkelmeer erhalten. Ein ähnliches Aussehen besitzen die ungeheuren Staubmassen, welche fast alljährlich aus Afrika nach den südspanischen Küstengegenden herüberkommen und daselbst niederfallen, nämlich zu der Zeit, wenn der gefürchtete „Solano" weht. Man versteht unter diesem Namen einen glühend heißen, mit außerordentlicher Heftigkeit stoßweise wehenden Südwind, welcher im Sommer die Küsten Südspaniens nicht selten heimsucht, und sowol wegen seiner Hitze, als wegen der Staubmassen, die er mit sich führt, und in den Gegenden, über welche er hinwegbraust, ausstreut,

Fig. 36. Passatstaub.

ebenso große Verheerungen anrichtet, wie bei uns ein heftiges Hagelwetter, denn in den Gegenden, über welche der Solano hinfährt, pflegt die Vegetation geradezu versengt zu werden. Im Sommer des Jahres 1845 kam ich auf meinen Streifzügen durch das Königreich Granada eines Tages in eine Gegend, welche kurz zuvor von dem Gluthhauche des Solano berührt worden war. So weit ich sehen konnte, vermochte ich hier keine Spur mehr von Grün zu entdecken. Die zahlreichen Fruchtbäume und Weinstöcke standen entlaubt da, oder waren mit gedörrten, zusammengeschrumpften Blättern bedeckt, welche nur noch lose an ihren Stielen hingen, die krautartigen Pflanzen gänzlich verdorrt, und Alles erschien von einem schwärzlichen feinen Staube wie eingepudert. Der Mangel eines Mikroskops erlaubte mir leider nicht, diesen Staub zu untersuchen, und die davon mitgenommenen Proben gingen später verloren. Schließlich erwähne ich noch, daß der Solano der Spanier derselbe Wind sein soll, welcher in den Wüsten Afrika's die gefürchteten Sandstürme herbeiführt, und in Arabien „Samum", in Aegypten „Chamsin", in Senegambien „Harmattan" genannt wird. Auch in Italien tritt ein ähnlicher, nur milderer, aber immerhin noch sehr lästiger Süd- oder Südostwind häufig auf; es ist dies der bekannte „Scirocco". Dieser übersteigt sogar die Alpen und dringt bis in die Schweiz vor, wo man ihn „Föhn" nennt. Auch der Scirocco führt oft so große Staubmassen mit sich, daß er die Luft verdunkelt, eine Erscheinung, welche beim Solano regelmäßig eintritt.

Ganz ähnliche Erscheinungen, wie die bisher betrachteten Staubregen, sind die bei vulcanischen Ausbrüchen so häufig eintretenden, ja fast niemals ausbleibenden Aschen- und Schlammregen, welche schon oft die furchtbarsten Verheerungen angerichtet, ja den Untergang ganzer Städte herbeigeführt haben. Ich muß hier zunächst bemerken, daß der Name „Aschenregen" eigentlich ein unrichtiger ist, indem die Vulcane niemals wirkliche Asche, sondern immer blos einen aschenähnlichen Staub auswerfen. Dieser Staub, welcher bisweilen wirklich eine aschgraue Farbe besitzt, ebenso häufig aber auch rothbraun, schwärzlich, bläulich, ja blendendweiß wie Knochenasche aussieht, ist nichts Anderes, als das Product der Zertrümmerung und Zermalmung theils großer Gesteinsmassen, welche im Innern des Vulcans bei der Eröffnung des Kraterkanals zersprengt und aus den Eingeweiden der Erde gerissen wurden, theils größerer und kleinerer Lavaklumpen, welche während des Ausbruchs aus dem Krater in die Luft emporgeschleudert werden, wieder in den Krater zurückfallen und hier an den Felsenwänden zerschellen. Diese Ursprungsweise der sogenannten vulcanischen Asche erklärt eine durch Ehrenberg entdeckte Thatsache, welche im ersten Augenblick Jedermann im höchsten Grade auffallend, ja geradezu unmöglich erscheinen muß. Ehrenberg fand nämlich in allen vulcanischen Aschen und Schlammablagerungen, die ihm zu Gebote standen, bei der mikroskopischen Untersuchung eine Menge von theils wohlerhaltenen, theils zertrümmerten Diatomeenpanzern und Resten anderer mikroskopischer Geschöpfe! Will sich der geehrte Leser mit eigenen Augen davon überzeugen, so werfe er einen Blick auf Fig. 37., welche eine Probe vulcanischer Asche von dem am 2. September 1845 erfolgten Ausbruche des Hekla auf Island nach Ehren-

berg darstellt. Die in der obern Hälfte des Bildes befindliche Massenansicht zeigt Obsidiansplitter, Glassplitter, die nicht selten kleine Krystalle einschließen, und Bimsteinsplitter, daneben aber auch Diatomeenpanzer und Phytolitharien. In der untern Hälfte des Bildes sind die wichtigsten von den in jener Asche enthaltenen Diatomeenformen zusammengestellt. Wir finden da verschiedenene Formen von Navicula (Abb. 1—3), Pinnularia (Abb. 5—9 u. 25), Eunotia (Abb. 11—16), Gomphonema (Abb. 19 u. 20), eine Cocconeis (Abb. 18), eine Tabellaria (Abb. 21 und 22), eine Fragillaria (Abb. 23), die bekannte Gallionella distans, welche den Polirschiefer von Bilin bildet (Abb. 24), eine Synedra (Abb.

Fig. 37. Vulcanische Asche vom Hekla.

26) u. s. w. Aehnliches beobachtete Ehrenberg bei der Asche des Vesuvs, welche im Jahre 70 nach Christi Geburt die Städte Herculanum, Pompeji und Stabiä verschüttete, sowie an vulcanischem Schlamme aus Südamerika und Java. Das Räthselhafte dieser Erscheinung, das Vorhandensein mikroskopischer Geschöpfe in den Auswürflingen feuerspeiender Berge löst sich, wenn man bedenkt, daß jene Auswürflinge durch die Zermalmung von oft in großer Tiefe befindlichen Gesteinsmassen entstehen. Waren nun jene Gesteinsmassen aus Diatomeenpanzern zusammengesetzt oder enthielten sie wenigstens solche, so muß natürlich auch ihr Zermalmungsproduct, die sogenannte Asche, mit Diatomeenpanzern in größerem oder

geringerem Maaße vermengt sein. Da nun Ehrenberg nachgewiesen hat, daß selbst in den ältesten geschichteten Gesteinen, in den Sandsteinen (Grauwacken) der Uebergangsperiode Diatomeenpanzer gefunden werden, ja daß es fast kein durch Niederschlag aus dem Wasser entstandenes Gestein giebt, welches die Diatomeenpanzer gänzlich entbehre, daß ferner selbst in jener fernen Urzeit bereits dieselben Gattungen, zum Theil sogar dieselben Arten von Diatomeen existirten, welche noch jetzt unsere Gewässer bevölkern*), endlich, daß selbst durch die größten Hitzegrade die Diatomeenpanzer nicht verändert werden, so ist es sehr erklärlich, daß in den meisten, wenn nicht in allen Auswürflingen der Vulcane Reste jener Geschöpfe vorkommen. Die vulcanische Asche wird oft sehr hoch in die Luft emporgerissen und vom Winde über weite Länderstrecken, über Hunderte und Tausende von Quadratmeilen verbreitet. Sie fällt entweder von selbst, trocken aus der Luft hernieder, und dann entsteht ein wirklicher Aschenregen, oder sie wird von den bei vulcanischen Ausbrüchen sehr häufig eintretenden Regengüssen aus der Atmosphäre herabgerissen, und dann erfolgt ein Schlammregen. Letzterer ist gefährlicher und deshalb in allen vulcanischen Gegenden gefürchteter, als der Aschenregen, indem er alle Gegenstände sofort mit einer zähen festhaltenden Kruste überzieht, und deshalb z. B. Pflanzungen sehr bald vernichtet. In welch' ungeheuerer Menge solcher vulcanischer Staub und Schlamm ausgeworfen werden und aus der Luft herabfallen kann, davon legt das traurige Schicksal der obengenannten römischen Städte einen sprechenden Beweis ab. Noch furchtbarer in ihrer Wirkung sind aber die auf dieselbe Weise entstehenden Schlammfluthen und Schlammströme, welche bei vulcanischen Ausbrüchen häufig von den Kegeln der Vulcane herabstürzen und unter ihren schmuzigen Wogen Alles begraben, was ihnen in den Weg kommt. Mit vulcanischen Ausbrüchen ist nämlich fast immer eine Bildung von Gewitterwolken in der unmittelbaren Nähe des Kraters verbunden, aus Ursachen, welche zu erörtern nicht hieher gehört. Solche Wolken entladen sich nun häufig unter Blitz und Donner der in ihnen enthaltenen Wassermassen, welche dann in wolkenbruchähnlichen Regengüssen auf den Kegel des Berges und in den Krater selbst herniederzustürzen pflegen. Da unmittelbar über dem Krater und dem Berge überhaupt die meiste Asche in der Luft vorhanden sein muß, auch der Kegel eines jeden Vulcans fortwährend von ungeheuren Massen von früher ausgeworfener Asche bedeckt zu sein pflegt, so muß natürlich das herabströmende Regenwasser sich mit diesem losen Staube mengen, und sich an den Abhängen des Berges in Schlammströme verwandeln, welche nun wegen der meist steilen Neigung der Bergabhänge mit furchtbarer Gewalt herniederstürzen, Alles, was ihnen in den Weg kommt, niederwerfen und unter ihrem Schlamme begraben. Bisweilen werfen die Vulcane auch selbst aus ihrem Krater Wasser und Schlamm aus, dann nämlich, wenn durch die dem Ausbruch vorhergegangenen

*) Diese Thatsache ist um so auffallender, als die vollkommneren Pflanzen und Thiere, welche in den verschiedenen Schichten der Erde im versteinerten oder verkohlten Zustande angetroffen werden, längst ausgestorben sind, und deshalb gegenwärtig nicht mehr lebend gefunden werden.

Erdbeben unterirdische Wasserbehälter geöffnet und deren Wässern ein Weg in den Kraterschacht gebahnt werden. Dies pflegt namentlich häufig bei den Vulcanen der Philippinen und der Insel Java vorzukommen, die wegen ihrer Schlammausbrüche berüchtigt sind.

Ich kann mir nicht versagen, hier die Schilderungen eines Aschenregens und eines Schlammergusses aus zwei Vulcanen der Insel Java einzuschalten, da dieselben ebenso anziehend als belehrend und mit der größten Gewissenhaftigkeit und Wahrheitsliebe abgefaßt sind. Sie rühren nämlich von dem berühmten holländischen Naturforscher Junghuhn her, der bei dem einen Ereigniß, dem Aschenregen, selbst Augenzeuge war. Dieses Ereigniß fand am 4. Januar 1843 in Folge eines Ausbruches des Gunung-Guntur, eines der thätigsten Vulcane Javas statt. „Der Ausbruch — erzählt Junghuhn — nahm des Morgens um 9 Uhr seinen Anfang. Unter heftigen donnernden Schlägen stieg plötzlich eine schwarze Rauchsäule aus dem Krater empor, fuhr ein Paar Stunden lang mit ununterbrochener Heftigkeit fort emporzuqualmen, und ließ dann allmählich nach, bis sie sich gegen 2 Uhr Nachmittags wieder gänzlich zur Ruhe legte. Dies ist Alles, was man am südöstlichen Fuße des Vulcans wahrnahm. Die Luft blieb dort unverfinstert, und weder Aschen- noch Steinregen fanden statt. Ganz anders waren die Erscheinungen, welche in einer Entfernung von 15 Meilen vom Vulcane auftraten, und welche sich nach später empfangenen Berichten in einem weiten Halbkreise um den Vulcan herum auf einem großen Theile der Insel fast überall auf gleiche Weise darstellten. Sowie an den vorhergegangenen Tagen wehte auch den 4. Januar ein sanfter Ostwind, der sich jedoch schon um 12 Uhr wieder legte und in eine Todtenstille der Luft überging. Der Himmel war ziemlich heiter, nur einzelne geballte Wolken schwammen im Luftmeere in einer Höhe von etwa 5000 Fuß; über ihnen schwebten noch einige Schäfchenwolken. Kurz nach 1 Uhr zeigte sich am östlichen Horizonte eine sonderbare graue Färbung, welche sich allmählich über einen immer größern Raum ausbreitete, gegen 2 Uhr schon bis in den Zenith gestiegen war und die ganze östliche Hälfte des Himmels überzog. Wenn ich die Erscheinung anfangs wenig beachtet und schwere, weit verbreitete Gewitterwolken in ihr vermuthet hatte, so war sie doch nun zu auffallend, um eine solche Erklärung zuzulassen. Ich setzte mich daher ins Freie, und betrachtete mit gespannter Aufmerksamkeit den Himmel. Die bläuliche Färbung der höchsten Luftschichten schritt vom Zenith, von wo sie um 2 Uhr schon über die ganze westliche Hälfte des Himmels bis zum Horizonte herabreichte, immer weiter nach Westen vor, wurde immer dunkler und warf einen sonderbaren bläulich-düstern Schatten auf das schöne grüne Land von Sukabumi, das bei großer Durchsichtigkeit der unteren Luftschichten bis weit in das Djampanggebirge hinein zu übersehen war. Dieser bläuliche Teint der Luft, der ganz gleichmäßig war, ohne alle Schattirungen oder Nuancen, wie ein Tuch oder wie eine Scheibe, die sich über die Erde zu ziehen drohte, contrastirte sonderbar mit den weißen Schäfchenwolken, die unter ihr im Luftmeere schwebten. Dabei war die Todtenstille in der Luft so vollkommen, daß sich auch kein Blättchen rührte, und alle lebenden Wesen einen bangen

Eindruck zu empfinden schienen; die Hälfte der Gebirgsbewohner stand schweigend und staunte den Himmel an, und die andere Hälfte brachte in abergläubischer Meinung die Reisstampfer in Bewegung, von deren taetmäßigem Klange das Gebirge erschallte, wodurch die Todtenstille, die außerdem herrschte, noch mehr und bänger hervorgehoben wurde. Auch die Uwauwa-Affen in den alten Rosamala- und Manglitbäumen fingen an zu heulen, und einige Pfaue und Jahovögel flogen aus dem höhern Gebirg krächzend herab. Ein großes Ereigniß schien bevorzustehen und eine finstere Decke sich auf die Welt herabzusenken. Um 3 Uhr war nur noch in Nordwest zwischen Tjitjurnk und dem Gunung-Panggerango ein kleines Segment der Himmelskugel erhellt, der ganze übrige Himmel glich einem indigoblauen Teppiche und warf einen Schatten auf die Erde, der düsterer und düsterer wurde. Nun trübten sich auch die unteren Luftschichten über dem Thale von Sukabami, zuerst das Djampanggebirge, dann das tiefer liegende Thal; sie hüllten sich in düstere, bläulichgraue Nebel, die immer höher am Berggehänge heraufzusteigen drohten. Um 4 Uhr war der letzte lichte Streifen am nordwestlichen Horizonte verschwunden und dunkle Nacht bedeckte das Land. Die Javaner liefen mit Fackeln umher und die Hausbedienten zündeten die Lampen an. Ich wurde irre an meinen Uhren. Die eingetretene Finsterniß war aber eine ganz andere und machte einen ganz verschiedenen Eindruck, als die gewöhnliche Abenddämmerung, welche durch das Sinken der Sonne veranlaßt wird. Denn dort fallen die Schatten der Gegenstände zur Seite, und das meiste Licht dringt immer noch vom Horizonte her über die Gegend; hier aber fielen die Schatten vertical von oben herab, und alle Gegenstände waren auf ihrer obern Fläche, z. B. auf den Dächern, verhältnißmäßig immer noch mehr erleuchtet, als auf ihren Seiten; es war ein eigenthümliches purpurnes Dunkel, das mit der Todtenstille, welche herrschte, auf etwas Außerordentliches deutete. Um $4^1/_2$ Uhr, nachdem die Dunkelheit auf's Höchste gestiegen war, löste sich das Räthsel: — vulcanische Asche fiel sanft und gleichmäßig herab, und bildete auf der Oberfläche des Bodens und der Gewächse einen staubigen, grauen, etwas bräunlichen Ueberzug. Dieser Aschenregen fand ohne alle elektrischen Erscheinungen und ohne wässerige Niederschläge statt. Nachdem er eine halbe Stunde lang gleichmäßig angehalten hatte, wurde der Himmel wieder hell, die indigoblaue Luft nahm erst eine mehr graue (braunröthliche) Färbung an, und wurde dann immer lichter, so daß gegen 6 Uhr, nachdem der Aschenregen beendet war, noch einmal die Sonne mit ihrem Scheidestrahl das getröstete Land belächelte. Die Asche bestand aus einem sehr feinen Sande, dessen gesättigt graue Farbe einen schwach braunröthlichen Teint hatte, und in dem man mit der Loupe kleine weißliche Stückchen, wahrscheinlich Feldspath oder Glimmer, (oder richtiger Diatomeenpanzer?) und andere glänzend bläulich-grüne zu erkennen vermochte." Nach Junghuhn's sehr genauen Berechnungen hatte der Gunung-Guntur an jenem Tage mindestens 330 Millionen Centner Asche ausgeworfen, und diese Aschenmasse sich über ein elliptisches Stück Land von $22^1/_2$ geogr. Meilen Länge und beinahe 14 Meilen Breite ausgebreitet! — Dieser Aschenregen that wenig Schaden, weil die Asche ganz allmählich und trocken herabfiel. Anders

verhielt es sich bei dem furchtbaren Ausbruche des Gunung-Gelungung im October 1822. „In den Gegenden südostwärts von dem eben genannten Vulcane — erzählt Jungbuhn — zwischen den beiden Flüssen Tji-Wulan und Tji-Tanduï, die beide der Südküste zuströmen, lag ehedem ein reich bebautes und bevölkertes Land, das sich sanft nach der Seeküste zu abdachte. Es waren die fruchtbaren Ebenen und Berggehänge der Provinz Tasik-Malaja, Indéiang und Singaparna. Sie waren weit und breit mit Reisfeldern bedeckt und mit Hunderten von Dörfchen, die sich mit den Gruppen ihrer Kokospalmen zerstreut zwischen den Feldern erhoben. Sie waren in allen Richtungen von Wegen durchschnitten, bis zum Fuße der Bergkette hin und noch weit an den Berggehängen hinauf, wo man zwischen blühenden Kaffeegärten wandelte. Ueber die reich begabten Fluren dieses ewig grünen Landes ergoß am 8. October 1822 die Mittagssonne ihren durch kein Wölkchen, durch keinen Nebel geschwächten Strahl. Das ganze Land schien verstummt, die animalische Schöpfung lag in tiefer Ruhe, im schattigsten Dickicht saß die Vögelschaar verborgen, und kaum ein Insectchen zirrte noch; die Pflanzenwelt hatte alle ihre Blüthen aufgethan und dampfte ihr Aroma empor in die Luft, welche, von aufsteigenden Strömen bewegt, am Horizont wellenförmig zitterte. Kein Blatt regte sich, und kaum rauschte zuweilen der höchste Wedel einer Palme, wenn dann und wann ein leises Lüftchen von der Küste her sich erhob. Auch die Menschenwelt ruhte. Die Arbeiter hatten ihre Felder verlassen, deren künstliche Wasserspiegel unter dem Sonnenstrahle dampften. Sorglos lagen sie auf den Bali-balis ihrer kleinen Hütten ausgestreckt. Das ganze Land lag in tiefer Ruhe und Frieden. Die Bevölkerung hielt ihren Mittagsschlaf, nicht ahnend, nicht träumend, daß einige Augenblicke später aus dem Innern des Gunung-Gelungung „dumpf und bang" ihr — Grabgesang ertönen würde. Er aber ertönte. — Es war 1 Uhr. — Durch plötzliche Erdstöße aus dem Schlafe geweckt, entflohen die Bewohner ihren Hütten. Ein donnerndes, brüllendes Getöse traf ihr Ohr, und Entsetzen bemächtigte sich ihrer, als sie ihre Blicke zum Vulcan wandten und eine schwarze Rauchsäule von ungeheurem Umfange emporschießen, sich mit Blitzesschnelle ausbreiten, den ganzen Himmel überziehen und im Nu den noch eben hellsten Sonnenschein in die finsterste Nacht verwandeln sahen. Jetzt flohen sie bestürzt durch einander, nicht wissend wohin, und ungewiß ihres nächsten Looses. Noch einige Secunden später, und ein Paar Tausende von ihnen waren begraben. Sie wurden theils bedeckt von Schlamm, der in ungeheuren Massen aus der Luft herabfiel, theils kamen sie in den Fluthen von heißem Wasser um, das, mit Schlamm und Steintrümmern vermengt, dem Krater in ungeheurer Menge entquoll, das drittehalb Meilen weit im Umkreise Alles überströmte, alle Dörfer, Felder und Wälder vernichtete und in einen dampfenden Pfuhl von bläulich-grauer Farbe verwandelte, der mit Cadavern von Menschen und Thieren, mit Häusertrümmern und zerbrochenen Baumstämmen übersät war. Wild brachen durch diese Schlamm- und Trümmermassen die Bäche Tji-Kunir und Tji-Wulan hindurch; sie waren zu tobenden Fluthen angeschwollen, die Alles auf ihrer Bahn zerstörten und weite Ueberschwemmungen verursachten; mit Menschen- und Thier-

leichen aller Art bedeckt wälzten sie ihr schlammiges, kochend heißes Wasser der Südküste zu, deren Bewohner, von diesem Anblick entsetzt, die Flucht zu den nächsten Hügeln ergriffen. In das Brausen dieser Bäche, in das Brüllen des Kraters, in das Krachen zersplitterter Wälder, in das Knacken fortgewälzter Felsmassen, die an einander stießen, und in das verzweiflungsvolle Jammergeschrei der Tausende von Menschen, die hülflos ihren Tod vor Augen sahen, dröhnte laut von oben her der Donner herab, und Blitze fuhren unaufhörlich nach allen Richtungen aus dem dichten Gewölk, das sich weit und breit über dem Gebirge durch die schnelle Verdichtung der Dämpfe gebildet hatte. Erst nach drei Stunden ließ die Heftigkeit des Ausbruchs nach, die sich fortwährend auf eine doppelte Weise offenbart hatte, nämlich durch das Hervorquellen von Schlammmassen aus dem Krater und durch das Herabfallen von Schlamm-, Aschen- und Steinmassen aus der Luft, als Alles verwüstender Regen. Um 5 Uhr war Alles vorbei. Wie erschöpft von ihren Anstrengungen versank nun die Natur in Ruhe; es wurde todtstill, der Himmel wurde heiter, und der Abendstrahl derselben Sonne, die des Mittags über alle Pracht der tropischen Vegetation, über Glück und Luxus geschienen hatte, — jetzt schien er, fast spottend, über einen Schauplatz von Verwüstung, aus dem alles Grün verschwunden war, über meilenlange, schwärzlich-graue Felder von Schlamm und Lava, welche besät waren mit zerknickten Baumstämmen und Cadavern von Menschen und Thieren, die theils verstümmelt und verbrannt aus dem Schlamm hervorragten, theils in den tobenden Fluthen des Tji-Wulan und Tji-Tanduï dem Meere zutrieben. Dieses Terrain — dieses — beleuchtete nun der schönste Abendschein! — Doch noch hatte der Vulcan seine Wuth nicht ganz entladen, noch hatte sich der Kampf der Elemente nicht ausgeglichen, und ein zweiter Ausbruch, noch zerstörender in seinen Wirkungen als der erste, und schrecklicher, da er in finsterer Nacht stattfand, trat 4 Tage später ein und bedrohte das erschrockene Land mit totaler Vernichtung. Um 7 Uhr Abends am 12. October fing unter heftigen Erderschütterungen, wie das erste Mal, der Gunung-Gelungung wieder an zu brüllen und ungeheuere Massen von heißem Schlamm und heißem Wasser auszuspeien. Weit erscholl die ganze Nacht hindurch das Donnern und Brausen der stürzenden Wasser, die Alles, was im vorigen Ausbruch etwa unversehrt und unbegraben geblieben war, mit ihren Fluthen überströmten und das bereits hoch aufgethürmte Terrain noch mehr erhöhten. Geängstigt flohen die Javanen, die sich plötzlich rings von Wogen umtobt sahen, ohne einen Ausweg zu finden, auf gewisse kleine Hügel, welche sich in der Nähe ihrer Dörfer 60 bis 100 Fuß hoch erhoben, und auf denen sich unter duftenden Cambodjabäumen die wohl unterhaltenen heiligen Gräber ihrer Eltern und Voreltern befanden. Dort glaubten sie der Vernichtung durch die Fluthen zu entgehen, ohne zu bedenken, daß die Hügel, auf denen sie standen, ebenfalls vulcanische Auswurfsmassen waren, emporgethürmt auf den Gräbern vielleicht eines noch frühern Geschlechts. Immer schaudervoller wälzten sich die dampfend heißen Schlammmassen heran; laut krachend brachen sich die Felsentrümmer und Baumstämme, welche sie in ihrem Strome mit sich gerissen, an dem Abhange der Hügel; immer höher thürmten sich die Fluthen empor, immer enger wurde der

Raum, auf dem viele Hunderte armer Sterblicher an den Gräbern ihrer Lieben standen und mit hoch erhobenen Händen Rettung vom Himmel erflehten. Welch' eitler Wunsch! — Bald schwoll der Schlamm bis zu den Gräbern selbst heran; einige der Hügel wurden überschüttet, andere stürzten ein und brachen zusammen unter dem Drucke des nachstürmenden Schlammes, — mehr als 2000 Menschen kamen so in einer einzigen Nacht um's Leben! Neue Hügel entstanden, ein ganz neues Terrain wurde gebildet, aus dessen Oberfläche nur hier und da der Wipfel einer stehen gebliebenen Kokospalme hervorragte. Der frühere Boden lag nun 40 bis 50 Fuß tiefer, und die wenigen Javanen, welche sich aus der Katastrophe dieser Nacht gerettet hatten, vermochten selbst die Stelle der untergegangenen Dörfer nicht mehr zu erkennen. Einen Monat später war es wegen Schlammmassen, Aschenhaufen und Steintrümmern noch nicht möglich, dem Berge zu nahen. Alle Vegetation war nicht nur an den Abhängen des Vulcans, sondern auch in dem Flachlande, 10 bis 15 Pfähle*) weit in der Runde, bis auf den letzten Grashalm vernichtet: Alles war von frischem Schlamme überströmt, — schwarz und öde."

Atmosphärische Niederschläge, welche blos aus organischen und zwar lebendigen Formen bestehen.

Hieher gehören der rothe Schnee der Hochalpen und Polarländer, sowie

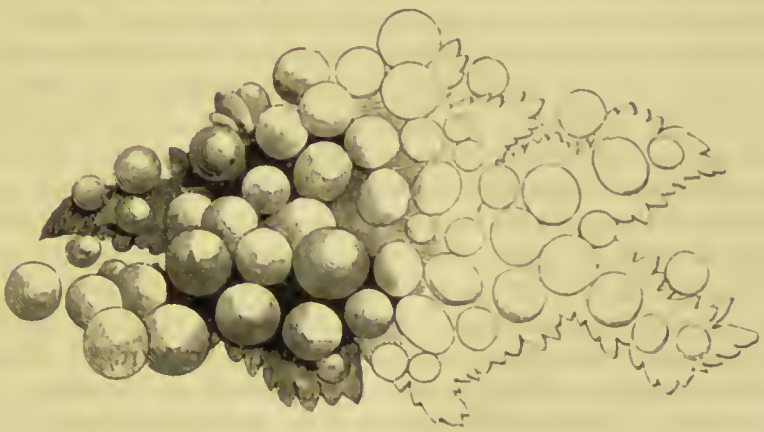


Fig. 38. Rother Schnee.

der sogenannte Samen- und Schwefelregen. Ich habe schon oben bemerkt, daß der rothe Schnee der Hochalpen und Polarländer, welcher dort auf der Oberfläche der Schneefelder unter der Form blutrother Flecke von verschiedener Ausdehnung auftritt, von dem in Italien und anderwärts fallend beobachteten rothen Schnee unterschieden werden müsse. Der rothe Schnee der Alpen und Polarländer besteht nämlich keineswegs aus rötblich gefärbtem Passatstaub, sondern aus Billionen von Individuen einer mikroskopischen, einzelligen Alge, des Protococcus oder Haematococcus nivalis. Fig. 38. stellt eine Probe dieser Algenmassen dar,

*) Ein javanisches Wegemaaß.

deren einzelne Individuen als blutroth gefärbte Kügelchen erscheinen. Die Farbe rührt von dem flüssigen Inhalt der rings geschlossenen Blase her, denn diese (die Zellenhaut) ist vollkommen durchsichtig. Daß an der Bildung dieses rothen Schnees bisweilen auch roth gefärbte Infusorien und Borstenwürmer Theil nehmen, ist bereits oben S. 50 erwähnt worden.

Aehnlich wie mit dem rothen Schnee der Alpen und Polarländer verhält es sich mit dem Samenregen. Man beobachtet nämlich bisweilen, daß mit dem Regen eine große Menge kleiner schwarzer Körnchen herabfallen, welche wie kleine Samenkörner aussehen. Die mikroskopische Untersuchung hat aber gezeigt, daß man es dabei nicht mit Samenkörnern, sondern mit einem kleinen Pilze, dem Sclerotium Semen, der sich manchmal in ungeheuerster Menge an verwesenden Pflanzen, besonders an Kartoffelkraut und Kohlstengeln bildet, zu thun hat. Noch häufiger hat man Keime von Pilzen, sogenannte „Pilzsporen", welche wir im nächsten Abschnitt näher kennen lernen werden, im Regenwasser beobachtet. Da diese jedoch so außerordentlich klein sind, daß sie vom bloßen Auge kaum wahrgenommen werden, so können sie keine auffällige Veränderung der atmosphärischen Niederschläge hervorbringen. Jedenfalls ist aber die Luft fortwährend von Billionen Pilzsporen erfüllt, aus Gründen, die im nächsten Abschnitt erörtert werden sollen.

Eine ganz andere Erscheinung, als der Samenregen, ist der Schwefelregen. Dieser rührt nämlich nicht von Pilzen oder Pilzsporen, noch von Algen her, sondern von Blüthenstaubkörnchen verschiedener Bäume, am häufigsten vom Blüthenstaub der Nadelhölzer, der Palmen, Erlen, Weiden, Pappeln und anderer Bäume und Sträucher mit „getrennten Geschlechtern" (s. den folgenden Abschnitt). Alle diese Gewächse sind nämlich mit einer so ungeheuern Menge von „männlichen" d. h. Staubgefäße enthaltenden Blüthen begabt, daß ihr Blüthenstaub, sobald der Wind durch ihre Kronen streicht, in Form gelber Wolken entweicht. Wo nun jene Bäume große Waldungen bilden, da kann zur Blüthezeit (bei uns im ersten Frühlinge) eine ungeheure Menge von Blüthenstaub durch den Wind in die Luft emporgeführt und bis in weite Fernen verpflanzt werden. Fällt gleichzeitig Regen, so wird der in der Atmosphäre schwebende Blüthenstaub durch die Wassertropfen niedergeschlagen und dann erscheinen letztere von demselben gelb gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung einzelner Tropfen verschiedener Schwefelregen würde dem geehrten Leser eine sehr angenehme und lehrreiche Unterhaltung gewähren, denn die Blüthenstaubkörnchen sind oft höchst merkwürdig und zierlich gebildet; doch wäre es Ueberfluß, hier eine Schilderung und mikroskopische Abbildungen derselben einzuschalten, da ich im nächsten Abschnitt von diesen in dem Pflanzenleben eine so wichtige Rolle spielenden Organen ausführlich sprechen muß.

Vierter Abschnitt.

Der mikroskopische Bau der Pflanzen.

Bis jetzt habe ich dem geehrten Leser blos rein mikroskopische, d. h. dem unbewaffneten Auge unsichtbare Geschöpfe und Formen gezeigt und ihn mit einer Lebenswelt bekannt gemacht, die uns zwar fortwährend umgiebt und so zu sagen Alles durchdringt, von welcher wir aber keine Ahnung haben, weil die Geschöpfe, aus denen sie besteht, sich unseren Blicken wegen ihrer Kleinheit entziehen. In diesem und den folgenden Abschnitten will ich ihn nun auch in die Wunder einweihen, welche das Mikroskop in der sichtbaren Schöpfung, in der die Oberfläche der Erde bedeckenden und den Schmuck der Landschaften bildenden Pflanzenwelt und in der die Wälder und Auen, die Wässer und Lüfte belebenden Thierwelt, ja in dem Menschen selbst geoffenbart hat. Wir werden es hier vorzugsweise mit den Structurverhältnissen, d. h. mit dem innern Baue des Pflanzen-, Thier- und Menschenkörpers zu thun haben, indem man ja unter dem Mikroskop blos kleine Körper betrachten kann, und die Mehrzahl selbst der kleinsten für das bloße Auge wahrnehmbaren Pflanzen und Thiere noch eine zu bedeutende Größe besitzt, als daß man sie unzertheilt der mikroskopischen Untersuchung unterwerfen könnte. Dennoch giebt es eine ziemliche Menge von sichtbaren Pflanzen und Thieren, welche so klein sind, daß sie sofort, ohne Präparation, unter das Mikroskop gebracht werden können. Diese Geschöpfe, zu denen unter anderen fast alle Schimmel, die Staub- und Brandpilze, viele Algen und Insecten gehören, schließen sich unmittelbar an die eigentlich mikroskopischen Geschöpfe, welche wir in den vorhergehenden Abschnitten kennen gelernt haben, an, dürfen aber mit jenen nicht vereinigt werden, weil sie, mit alleiniger Ausnahme weniger Algen und Pilze, ungleich höher organisirte, ungleich vollkommenere Wesen sind, als die Diatomeen, Desmidieen, Infusorien und die übrigen Repräsentanten des mikroskopischen Lebens.

In diesem Abschnitte will ich nun zunächst den innern Bau der Pflanzen mit Hülfe mikroskopischer Bilder zu erläutern suchen. Durch die Lectüre desselben dürfte der Leser einen ganz andern Begriff von der uns umgebenden Pflanzenwelt bekommen, als er vielleicht vorher hatte, denn er wird sich überzeugen, daß auch die unscheinbarste, die verachtetste Pflanze, das gemeinste Unkraut eine Welt von Wundern und Räth-

seln im Innern birgt, indem schon ein einzelnes Blatt, geschweige denn eine ganze Pflanze, kein einfacher Körper, sondern aus vielen Tausenden von mikroskopischen und mitunter höchst merkwürdig geformten Theilchen zusammengesetzt ist. Diese kleinsten Theilchen nennt man Zellen, oder, weil sie die Grundlage des Pflanzenkörpers bilden, weil sie diejenigen Organe sind, aus denen ein jeder Pflanzentheil, er möge eine Gestalt und eine Bestimmung haben, welche er wolle, zusammengesetzt ist, Grund- oder Elementarorgane. Eine jede solche Zelle ist ein rings geschlossener hohler Körper, mit meist biegsamer, weicher Wandung, also ein Säckchen, Bläschen oder Schlauch. Man unterscheidet an ihr die feste äußere Hülle, die Zellenhaut oder Zellenmembran und den den innern Hohlraum erfüllenden Zelleninhalt, welcher bald aus flüssigen, bald aus festen Stoffen, bald aus Luft oder aus Gasarten besteht. Sowol die äußere Form der ganzen Zelle, als der innere Bau der Zellenmembran läßt große Verschiedenheit erkennen, wie wir später sehen werden. Vor der Hand genügt es, zu wissen, was unter einer Pflanzenzelle überhaupt verstanden wird. Es giebt nun Pflanzen, welche aus einer einzigen Zelle bestehen, während andere aus mehreren, aus vielen, ja oft aus Millionen und Billionen von Zellen zusammengesetzt sind. Letztere, die mehrzelligen Pflanzen, bilden den bei weitem größten Theil der gesammten Pflanzenwelt, denn zu ihnen gehören sämmtliche Bäume, Sträucher, Kräuter, Gräser, Moose, Flechten und die Mehrzahl der Algen und Pilze. Die einzelligen Gewächse, zu denen einzelne Gruppen der Pilze und Algen gehören, sind meist sehr kleine, ja zum Theil ächt mikroskopische Geschöpfe, wie z. B. die bereits geschilderten Diatomeen und Desmidieen, welche man zu den Algen zu rechnen pflegt; einige derselben erreichen jedoch eine ansehnliche Größe, eine Länge von einem Zoll bis zu einem Fuß. Es sind dies die einzelligen Algen aus der Gruppe der Caulerpeen, lauter Meeresbewohner. Bei diesen ahmt die Zelle häufig die Form der vollkommensten mehrzelligen Pflanzen nach, indem der Zellenschlauch sich verzweigt und die Zweige eine blattartige Gestalt annehmen, so daß das einzellige Gewächs wie eine in Stamm und Aeste zerfallende und mit Blättern begabte mehrzellige Pflanze aussieht. Was die mehrzelligen Pflanzen anlangt, so treten dieselben nicht allein unter den mannichfaltigsten Formen auf, sondern sind auch in höchst verschiedener Weise aus Zellen zusammengesetzt, die Zellen selbst wieder höchst verschieden gestaltet und in sehr verschiedener Weise ausgebildet. So ist ein Baum innerlich ganz anders organisirt, d. h. aus ganz anders gestalteten Zellen und in ganz anderer Weise aus Zellen zusammengesetzt, als ein Gras, dieses wieder anders als ein Moos, dieses anders als ein Pilz, eine Flechte oder Alge. Mit einem Worte, in jeder der einzelnen Gruppen, in welche das gesammte Gewächsreich naturgemäß zerfällt, besitzt der Pflanzenkörper eine andere innere und äußere Gestaltung, eine andere Organisation, und da letztere immer vollkommener wird, je zusammengesetzter der Pflanzenkörper ist, je mehr und je verschiedenere Glieder er entwickelt, so kann man jene Gruppen des Pflanzenreichs auch als Organisationsstufen des Pflanzenkörpers bezeichnen. Diese Organisationsstufen wollen wir zunächst kennen lernen und sodann uns mit dem Mikroskop in der Hand über den innern Bau des Pflanzenkörpers in einer jeden jener Gruppen näher unterrichten.

Sämmtliche Gewächse der Erde lassen sich nach ihrer Entstehung und Fortpflanzung in zwei Hauptabtheilungen bringen, von denen eine jede wieder in eine Anzahl natürlicher Gruppen zerfällt, nämlich in Samenpflanzen und Sporenpflanzen. Bei den ersteren erfolgt die Fortpflanzung durch Samen, d. h. durch aus vielen Zellen verschiedener Art zusammengesetzte Organe von bestimmter Form, welche einen Keim, d. h. eine Anlage der zukünftigen Pflanze, die aus dem Samen hervorgehen soll, enthalten, bei den letzteren dagegen durch sogenannte Sporen. Mit diesem Namen belegt man entweder, und dies ist der häufigere Fall, eine einzelne einfache Zelle, oder eine unter bestimmter Form mit einander verbundene Anzahl mehrerer Zellen, welche sich von der Mutterpflanze lostrennt und durch Neubildung von Zellen in ihrem Innern entweder unmittelbar ein der Mutterpflanze gleiches Pflanzenindividuum oder zunächst eine provisorische Bildung erzeugt, aus welcher später der eigentliche Pflanzenkörper hervorwächst. Mag nun die Spore einzellig oder mehrzellig sein, niemals enthält sie im Innern einen Keim. Man kann daher die Sporenpflanzen auch keimlose Gewächse nennen. Zu ihnen gehören die unvollkommeneren Formen, die niederen Organisationsstufen des Pflanzenkörpers, nämlich die Pilze, Flechten, Algen, Moose, Farrn, Schachtelhalme und Bärlappe, oder alle diejenigen Gewächse, welche Linné als Kryptogamen d. h. verborgenblüthige Gewächse bezeichnete, weil er glaubte, daß bei ihnen der Fortpflanzungsapparat (die Blüthe) verborgen sei. Alle übrigen Gewächse sind Samenpflanzen oder, um mit Linné zu reden, Phanerogamen, d. h. Pflanzen mit deutlich erkennbarem Fortpflanzungsapparat. Diese zerfallen ebenfalls in mehrere natürliche Abtheilungen, die wir später kennen lernen werden. In jeder dieser Abtheilungen und Gruppen des Pflanzenreichs besitzt nun der Pflanzenkörper, wie schon bemerkt, eine besondere, eigenthümliche Gestaltung, weshalb ich eine jede derselben besonders vornehmen muß. Und zwar will ich des bessern und leichtern Verständnisses halber mit den unvollkommensten und daher auch am einfachsten gebauten Gewächsen beginnen, und von diesen nach und nach zu den vollkommensten und zusammengesetztesten emporsteigen.

Die Pilze.

Was Pilze sind, glaubt etwa ein Jeder zu wissen. Dennoch würde vielleicht der freundliche Leser die bei weitem größte Anzahl der wirklichen Pilze nicht als solche anzuerkennen geneigt sein. Zu den Pilzen gehören nämlich keineswegs blos diejenigen Gewächse, welche man im gewöhnlichen Leben mit diesem Namen zu belegen pflegt, d. h. die fleischigen Pilze (die Hutpilze, Morcheln, der Ziegenbart, die Trüffeln und Bovisten), sondern eine große Menge kleiner, unscheinbarer, oft blos durch das Mikroskop als Gewächse zu erkennender Gebilde, welche dem unbewaffneten Auge bald als feine Fasergeflechte, oder sammtartige Ueberzüge oder als Büschel von weißen, rosenrothen, grünlichen und schwärzlichen Härchen, bald als pulverige Massen, bald als aus anderen Pflanzen oder aus Thieren hervorbrechende Pusteln und Warzen, als Flecken, Streifen u. s. w. von verschiedener, doch meist von brauner oder schwar-

zer Farbe erscheinen. Dergleichen Pilze sind der Schimmel, der sogenannte Brand und Rost des Getreides, der Mehlthau und unzählige andere, welche an kranken, verwelkenden und absterbenden oder bereits abgestorbenen und verwesenden Pflanzen und Thieren und auf pflanzlichen und thierischen Stoffen zur Entwickelung gelangen. Man wird im Herbst wenig welke oder gar abgefallene und verwesende Blätter oder verdorrte Pflanzenstengel finden, auf denen nicht ein Pilz, oft mehrere, vorhanden wären. Gerade diese unscheinbaren, von dem Laien übersehenen und verachteten, weil blos mittelst des Mikroskops in ihrer Gestaltung deutlich zu erkennenden Pilzformen sollen uns hier vorzugsweise beschäftigen, indem ihr zarter, leicht vergänglicher Körper eine unendliche Mannichfaltigkeit der Form darbietet und oft eine Schönheit besitzt, von welcher das bloße Auge keine Ahnung hat.

Die niedrigsten und unvollkommensten von allen Pilzformen sind die sogenannten Gährungspilze, welche sich in gährenden Flüssigkeiten erzeugen. Es sind einzellige Pilze, kleine länglich-runde, mit einer sehr zarten Membran und einem schleimig-körnigen Inhalt begabte Zellen, welche sich durch Theilung vermehren. Bisweilen legen sich einzelne solche Individuen an einander und bilden dann perlschnurförmige Fäden. Zu diesen wahrscheinlich durch Urzeugung entstehenden Pilzen gehören die Hefezellen (Cryptococcus fermentum), welche die Hefen bilden, die sogenannte Essigmutter (Ulvina aceti) und der Tintenschimmel

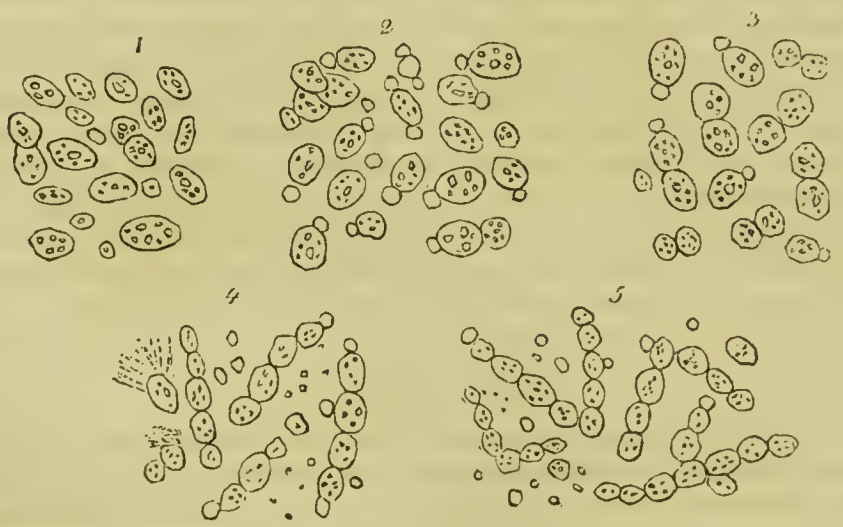


Fig. 39. Hefenpilz.

(Hygrocrocis atramenti). So unscheinbar diese Pilze und so verbaßt viele derselben sind, weil sie als die Ursache des Verderbens von Flüssigkeiten, welche für den Menschen Wichtigkeit haben (z. B. des Essigs, des Himbeersaftes, des Fliederwassers, der Tinte) angesehen werden, obwol sie in Wahrheit blos das Product des Verderbens jener Flüssigkeiten sind, so verdient doch einer von ihnen, nämlich der gemeine Hefenpilz, die Achtung und Dankbarkeit des Menschen in hohem Grade. Denn was sollten die Bäcker und alle, welche gern Kuchen und anderes Hefengebäck

essen, anfangen, wenn die Hefenpilze plötzlich aufhörten sich zu erzeugen? Der liebe Leser wird wol schwerlich geahnt haben, wenn er ein Stückchen Kuchen oder Stollen aß, daß er mit jedem Bissen Hunderte von mikroskopischen Pilzen genösse! Fig. 39. zeigt den gemeinen Hefenpilz (Bierhefe) in verschiedenen Entwickelungsstufen, bei Abb. 1, 2 und 3 in der Theilung begriffen, bei 4 und 5 zu perlschnurartigen Fäden vereinigt.

Die nächste Organisationsstufe des Pilzkörpers besteht in Häufchen einzelner Zellen, welche auf einem schleimigen, feinfädigen oder feinmaschigen Polster von Pilzsubstanz ruhen. Letzteres, in der Wissenschaft Mycelium genannt, ist der eigentliche Pilzkörper; die darauf ruhenden, oft von zarten Stielchen getragenen

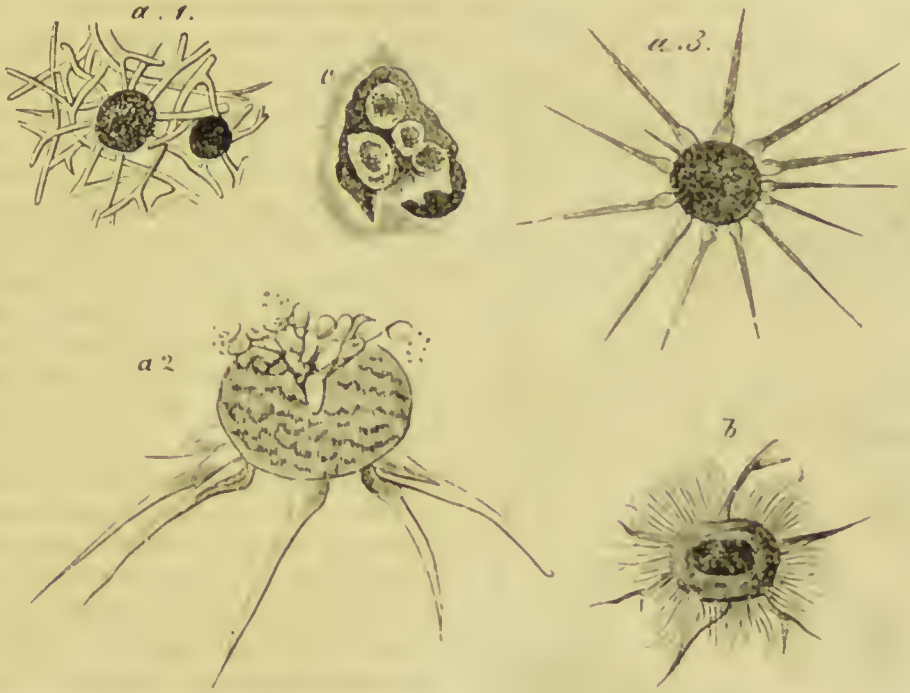


Fig. 40. Mehlthau u. s. w.

Zellen sind die Sporen. Zu diesen ebenfalls mikroskopischen Pilzen, welche ohne Ausnahme auf kranken, absterbenden und abgestorbenen Pflanzen schmarotzen, gehören der sogenannte Brand und Rost des Getreides und eine große Menge anderer Pilze, deren Sporen, wie beim Brande und Rost, als feines Pulver in Häufchen, Strichen und Flecken an der Oberfläche der Pflanze, auf der sie schmarotzen (das Mycelium ist immer im Innern der Pflanze verborgen), erscheinen. Deshalb werden diese Pilze in der Wissenschaft Staubpilze genannt.

Die dritte Organisationsstufe des Pilzkörpers erscheint bei starker Vergrößerung unter der Form einzelliger oder mehrzelliger (gegliederter), bald einfacher, bald verzweigter, durchsichtiger Fäden, welche aus dem bald schleimigen, bald zel-

ligen oder fädigen Mycelium hervorgewachsen sind und an ihren Enden oder an der Seite Sporen theils unmittelbar durch Abschnürung bilden, theils sich zu kuglichen oder länglichen Schläuchen erweitern, in denen später mehrere Sporen auf einmal entstehen. Zu dieser Gruppe der Pilze, den sogenannten Fadenpilzen, welche der Mehrzahl nach auf und in kranken oder abgestorbenen Pflanzen, seltener auf und in kranken Thieren, so wie auf verdorbenen, in der Zersetzung begriffenen Pflanzen- und Thierstoffen leben, gehören sämmtliche Schimmel. Wir müssen dieser Gruppe besondere Aufmerksamkeit schenken, theils weil in ihr der Pilzkörper unter außerordentlich merkwürdigen und eleganten Formen auftritt, theils weil sie viele Arten beherbergt, welche dem Menschen empfindlichen Schaden zufügen, indem sie auf wichtigen Culturpflanzen und Culturthieren leben und, da sie stets deren Tod herbeiführen, bei ihrer fabelhaft schnellen Vermehrung binnen kurzer Zeit die größten Verheerungen anzurichten vermögen. Die wichtigsten von diesen Feinden des Menschengeschlechts sind der Mehlthau (Erysibe), der Kartoffelschimmel (Botrytis Solani), der Traubenschimmel (Oidium Tuckeri) und die Muscardine (Botrytis Bassiana). Unter Mehlthau versteht man bekanntlich einen in Form weißlicher, schimmelartiger Flecken an der Oberfläche der Pflanzen erscheinenden Ueberzug, welcher das Erkranken und Verkümmern der davon befallenen Pflanzen zur Folge hat. Der Mehlthau erzeugt sich vorzüglich gern bei feuchtem, warmem Wetter, oder wenn der Boden sehr naß ist, und befällt am liebsten krautartige Pflanzen, z. B. den Klee und überhaupt die Futterkräuter. Wie alle Schimmelpilze vermehrt er sich ungeheuer rasch, und kann daher binnen Kurzem die Vernichtung ganzer Felder herbeiführen. Er besitzt ein in der Pflanze verborgenes fädiges Mycelium, aus welchem ein Fadengeflecht hervorgeht, das an der Außenseite der Pflanze erscheint und hier kugliche Schläuche trägt, in deren schleimigem Inhalt die Sporen eingebettet liegen, die zuletzt durch eine an der Spitze des Schlauches sich bildende Oeffnung austreten. Fig. 40 (s. S. 87) a 1 stellt den gemeinen Mehlthau stark vergrößert dar, a 2 einen sich öffnenden Sporenschlauch mit den strahlenförmigen ihn stützenden Fäden, a 3 einen solchen

Fig. 41. Kartoffelschimmel.

noch geschlossen, beide noch stärker vergrößert, als in a1. Daneben sind zwei mit dem Mehlthau verwandte Schimmelpilze abgebildet, nämlich bei b der Kellerschwamm (Rhacodium cellare), welcher in Kellern feuchtes Holz in Form schwarzer Flecken überzieht, bei c der auf alten Flechten häufig wachsende rosenrothe Staubball (Illosporium roseum). Gefährlicher, weil die Existenz von Millionen Menschen beeinträchtigend, ist der Kartoffelschimmel (Fig. 41), welcher auf den Blättern erkrankter Kartoffelpflanzen erscheint und von Einigen als die Ursache, von Anderen — und wol mit mehr Recht — als das Product der gefürchteten Kartoffelkrankheit betrachtet wird. Das fädige Mycelium dieses Schimmels durchzieht das Zellgewebe des Blattes, während die Sporen erzeugenden Fäden (1) durch die Spaltöffnungen (s. unten) über die Oberfläche des Blattes hervordringen und an ihrem Ende durch Abschnürung Sporen bald einzeln (1) bald reihenweis (2) bilden. Die Sporen (3) sind eiförmig und mit einem körnigen Schleime erfüllt. Ein anderer Schimmel (Fusisporium Solani) entwickelt sich im Innern der kranken Kartoffeln. Eine ganz ähnliche Gestaltung besitzt der Traubenschimmel, welcher das Gewebe der Weinbeeren zerstört und dadurch die Verderbniß derselben oder die sogenannte Traubenkrankheit herbeiführt, die seit einigen Jahren in vielen Weinländern, besonders im südlichen und südwestlichen Europa ungeheure Verheerungen angerichtet hat. Der beigedruckte Holzschnitt Fig. 42. stellt einen Abschnitt einer von diesem Schimmel befallenen Weinbeere vor. Das innerhalb der Beere befindliche Fadengeflecht ist das Mycelium; an der Oberfläche der Beere erscheinen die sporentragenden Fäden, deren Aeste sich in Reihen eiförmiger Sporen verwandeln, die sich von einander abschnüren. Schon aus dieser Abbildung geht hervor, daß dieser gefährliche Schimmel eine ungeheure Menge von Sporen hervorbringt. Wegen ihrer Leichtigkeit können dieselben vom Winde über weite Länderstrecken verbreitet werden, und daher erklärt sich das schnelle Umsichgreifen jener gefürchteten Krankheit. Nicht geringere Verheerungen richtet die Muscardine an. Mit diesem Namen

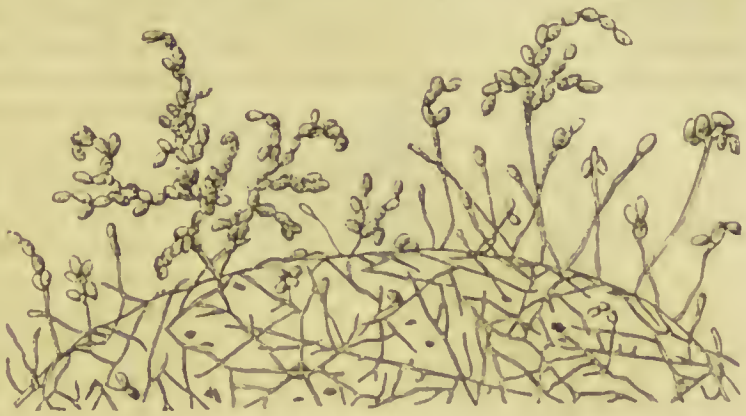


Fig. 42. Traubenschimmel.

Fig. 43. Muscardine.

belegt man in Frankreich und Italien einen Schimmel, welcher sich im Innern der Seidenraupen entwickelt, bald alle Adern des Thieres erfüllt und daher in Kurzem dessen Tod herbeiführt. Die sporentragenden Fäden brechen durch die Löcher der Haut hervor, und bilden an der Oberfläche des Thieres eine mehlartige, weiße, lockere Masse. Bei der mikroskopischen Untersuchung bemerkt man, daß dieser mehlartige Ueberzug aus verzweigten Fäden besteht, an deren Spitzen die Sporen in rosenkranzförmigen Reihen hängen (Fig. 43). Die Seidenraupen sind übrigens nicht die einzigen Thiere, welche von Schimmelpilzen befallen werden; die neueren Forschungen haben Schimmel auf vielen Thieren nachgewiesen, ja man hat entdeckt, daß mehrere Krankheiten der vollkommensten Thiere, und selbst des Menschen, durch Schimmelpilze hervorgebracht werden, oder richtiger Schimmelpilze sind. So soll der Kopfgrind des Menschen und der Rotz der Pferde aus Schimmelpilzen bestehen, und andere Schimmel bilden sich häufig auf den Schleimhäuten der Vögel, Frösche und Wassersalamander. Auch auf der Schleimhaut der Speiseröhre und auf der Zunge am Typhus erkrankter Menschen hat man Schimmelpilze angetroffen, desgleichen bei der Mundfäule.

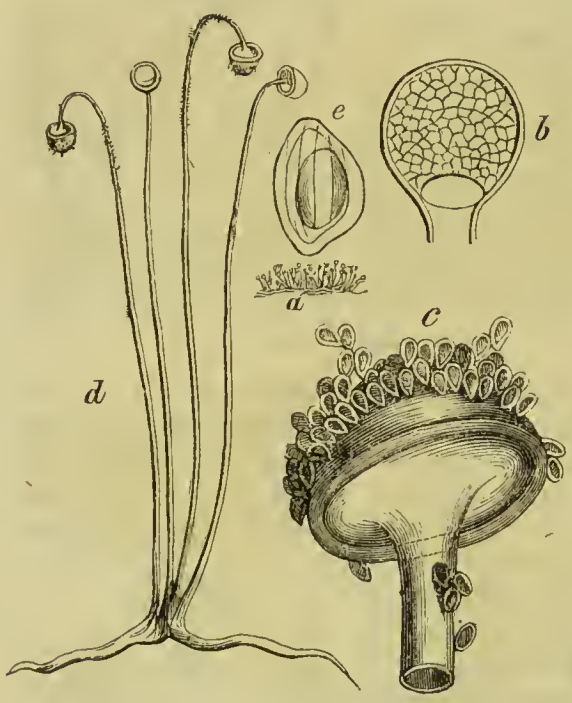


Fig. 44. Gemeiner Schimmel.

Ich will dem geehrten Leser nun noch einige Schimmelpilze in mikroskopischen Bildern vor die Augen führen, welche keine so große Wichtigkeit, wie die so eben geschilderten, für den Menschen haben, wol aber wegen der Zierlichkeit ihres Körperbaues unsere Beachtung verdienen. Da ist zunächst der gemeine Schimmel (Mucor Mucedo), welcher sich so häufig auf verderbenden Früchten und Fruchtsäften erzeugt (Fig. 44). Derselbe erscheint dem bloßen Auge als ein aus zarten knopfigen Härchen bestehendes Räschen von graugrüner Farbe (a). Vergrößert erscheinen diese Härchen als zarte durchsichtige Röhren, welche aus einem fädigen Mycelium entspringen und an der Spitze einen niedlichen kleinen Hut tragen (d). Anfangs ist dieses Hütchen eine runde geschlossene, inwendig mit lauter Zellen erfüllte Blase (b). Nachdem sich aber aus jenen Zellen Sporen entwickelt haben, platzt die Haut dieser Blase und stülpt sich um, so daß sie einen glockenförmigen Hut bildet, auf dessen oberer Fläche nun die Sporen sitzen (c). Letztere fallen sehr bald ab, und viele von ihnen bleiben an dem Hutstiele hängen. Jede Spore besitzt eine doppelte Haut, nämlich die eigentliche

Sporenhaut oder die Zellenmembran der Spore und die Membran der Mutterzelle, in welcher sich die Spore bildete, indem sie von dieser umhüllt bleibt (c). Fig. 45 stellt verschiedene sehr gemeine Schimmelpilze dar. Abb. a ist der gemeine Brodschimmel (Aspergillus glaucus), b der grangrüne Pinselschimmel (Penicillium glaucum), welcher auf Speisen und Früchten, besonders auf verderbenden in Zucker eingemachten Früchten häufig erscheint, c der auf schattigem, nassem Boden häufig wuchernde Erd-Aehrenschimmel, d der auf faulen Früchten gemeine Knaulschimmel (Botrytis vulgaris), e ein an Tannenstämmen häufig vorkommender Schimmel (Acremonium verticillatum). Bei dem

Fig. 45. Brodschimmel, Pinselschimmel u. s. w.

Brod- und Knaulschimmel stehen die Sporen kugelförmig an der Spitze der aus dem Mycelium sich erhebenden Fäden beisammen, bei dem Pinselschimmel in perlschnurförmigen Reihen, bei c einzeln auf zarten Stielen. Bei b, c, d und e sind die sporentragenden Fäden aus vielen an einander gereihten Zellen zusammengesetzt, bei a dagegen einzellig. Eine noch zierlichere Gestalt besitzen die beiden auf dem Holzschnitt Fig. 46 dargestellten Schimmel (Seite 92), welche kleinen Bäumchen gleichen. Der eine (a), in der Wissenschaft Acrostalagmus cinnabarinus genannt, findet sich sehr häufig im Winter auf in warmen, feuchten Kellern verfaulenden Kartoffeln, wo er anfangs zinnoberrothe, später ziegelroth werdende Häufchen (b) bildet, der andere (f), Brachycladium penicillatum

genannt, wächst im Herbst in großer Menge in rasenförmigen Kolonien auf abgestorbenen Pflanzenstengeln (g), z. B. auf Stengeln des Mohns, der Malven und des Schöllkrauts. Bei beiden Schimmelarten sind sowol die Fäden des Myceliums, als diejenigen, welche die Sporen erzeugen und tragen, aus an einander gereihten Zellen zusammengesetzt. Die Sporen bilden sich bei dem rothen Kartoffelpilze in kleinen, mit Schleim erfüllten, kugelförmigen Blasen, welche sich an der Spitze der Endästchen des Sporenträgers entwickeln (c). Die Spitze eines jeden Aestchens endet nämlich mit einem halbrunden Wärzchen (d), welches in die Kugel hineinragt. Aus diesem Wärzchen entspringen Zellen, welche sich zu Sporen ausdehnen (f). Der Schimmel e gehört zu denjenigen Pilzen, welche mehrzellige Sporen besitzen. Eine jede der an den Enden und Seiten der Aeste sitzenden, spindelförmigen Sporen besteht nämlich aus vier von einer gemeinschaftlichen Hülle, der Mutterzelle, umschlossenen Zellen, so daß es aussieht, als wäre ihr Inneres durch Querscheidewände in vier Fächer getheilt (h). Ein höchst zierlicher

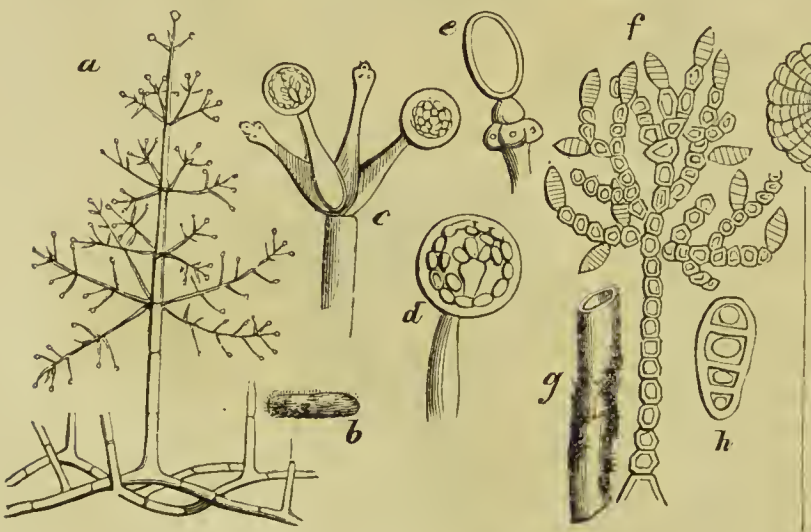


Fig. 46. Baumartige Schimmel.

Fig. 47. Genabelter Netzpilz.

Schimmelpilz ist endlich der genabelte Netzpilz (Dictydium umbilicatum), den Fig. 47 stark vergrößert darstellt. Derselbe erscheint im Winter nicht selten auf verrottetem Holze truppweise als ein höchstens 1 Linie hohes Pilzchen (a) Sein sehr feinfädiges Mycelium durchzieht das Holz, auf dem er wächst; sein über dessen Oberfläche emporragender Sporenträger ist ein mehrzelliger fester, dunkelgefärbter Stiel, welcher sich nach oben allmählich zu einem kleinen hängenden, am Scheitel nabelförmig eingedrückten Köpfchen erweitert. Die Haut dieses Köpfchens besteht aus parallelen Zellenreihen, welche wie Stäbe eines Regenschirmes ausgespannt sind. Die im Innern des Köpfchens befindlichen, sehr zahlreichen Sporen werden nach erlangter Reife durch das Aufspringen des Köpfchens entleert und bedecken nun die ganze Umgebung des Pilzes als ein feines rothbraunes Pulver.

An die Faden- oder Schimmelpilze schließen sich zunächst die Bauch- oder Balgpilze als vierte Organisationsstufe des Pilzkörpers an. Bei diesen entwickelt sich aus dem aus verzweigten Zellenreihen bestehenden und bisweilen weit umherkriechenden Mycelium eine auswendig derbwandige Kugel, welche in ihrem Innern den Sporen erzeugenden Apparat enthält. Diese Kugel ist aus verschiedenen Schichten verschiedenartigen Zellgewebes zusammengesetzt. Die äußere derbe Schale besteht aus dicht verschlungenen Fadenzellen, das Innere dagegen aus einem großzelligen Fasergeflecht, welches auf dem Durchschnitt unter dem Mikroskop wie ein grobmaschiges Netz aussieht. Von den Maschen aus erstrecken sich einzelne, sich noch weiter verzweigende Fäden in die hohlen Räume hinein, wo ihre Enden blasenförmig anschwellen. Diese blasigen Enden, welche sich später abschnüren, enthalten die Sporen, sind also deren Mutterzellen. Nach vollkommener Ausbildung der Sporen zerfließen häufig die Membranen der Mutterzellen zu Schleim. In diesem Schleime liegen die Sporen anfangs eingebettet; später vertrocknet der Schleim und die Sporen erfüllen dann die Höhlung der Kugel als feinpulverige Masse von schwarzer, schwarzbrauner, grünlicher oder gelblicher Farbe. Die Bauchpilze sind zum Theil von sehr ansehnlicher Größe, doch giebt es auch sehr kleine. Letztere schmarotzen meist auf absterbenden Pflanzen, während die größeren theils auf, theils in einer an organischen Stoffen reichen Erde wachsen. Zu letzteren gehören die bekannten Bovisten und Trüffeln. Bei den Bovisten, welche auf Wiesen und Brachäckern im Spätsommer häufig erscheinen, zerreißt die kugel- oder eiförmige Sporenhülle, welche bisweilen, obwol selten, die Größe eines Menschenkopfs erreicht (bei dem sogenannten Riesenbovist), an der Spitze, worauf die Millionen von Sporen, welche eine einzige solche Blase beherbergt, entweichen. Auch bei den meisten andern Bauchpilzen öffnet sich die Sporenhülle, in sehr verschiedener, zum Theil sehr merkwürdiger Weise. Bei den Trüffeln dagegen, welche bekanntlich unter der Erde wohnen, sowie bei allen übrigen unterirdischen Bauchpilzen bleibt die Hülle geschlossen und können daher die Sporen nur in Folge der Verwesung ihrer Hülle frei werden. Diese ist durch und durch derb und fleischig und besitzt einen sehr merkwürdigen Bau, weshalb ich mir erlaube, den geehrten Leser einen mikroskopischen Blick in das Innere einer Trüffel thun zu lassen (s. Fig. 48. umstehend). Die Trüffeln haben eine schwarzbraune Farbe und sind äußerlich über und über mit warzenförmigen Hervorragungen besetzt. Auf dem Durchschnitt sehen sie ebenfalls braun aus, allein die braune Masse ist von weißen oder gelblichen, sich vielfach verästelnden Linien durchzogen. Diese weißen Linien oder Streifen rühren von mit Luft erfüllten Höhlungen oder Kanälen her, welche das dunkelgefärbte Gewebe durchziehen und von kleinen, parallel neben einander liegenden, wasserhellen Fadenzellen umgeben sind. Dazwischen befinden sich die Sporenblasen, welche an dem Ende von fadenförmigen Zellenreihen zur Entwickelung gelangen, die aus dem braunen Zellgewebe der äußern Schicht nach dem lockerern Innern zu wachsen. Die Sporen sowol der gemeinen Trüffel als der übrigen Trüffelarten und der unterirdischen Bauchpilze überhaupt sind höchst merkwürdig gestaltet. Sie sind nämlich zwar

einzellig, bestehen aber aus zwei in einander geschachtelten Häuten, von denen die äußere bald mit hervorragenden Stacheln, wie bei der gemeinen Trüffel (Tuber melanosporum), bald mit kleinen Strahlen und Höckern besetzt ist, bald ein zelliges Ansehen hat, indem sie aus erhabenen, netzförmig mit einander verbundenen Leisten, über welche eine zarte durchsichtige Haut gespannt ist, besteht. Wegen dieser eigenthümlich gestalteten äußern Haut erhalten die Trüffelsporen ein höchst elegantes Aussehen, wovon man sich überzeugen wird, wenn man die Fig. 49. ansieht, wo bei a ein Sporenschlauch von Tuber panniferum, bei b eine Spore von Tuber microsporum, bei c ein Sporenschlauch von Tuber rapacodorum und bei d ein Sporenschlauch von Terfezia leptoderma abgebildet ist. Die Sporen der gemeinen Trüffel sind dunkelbraunschwarz, die der übrigen bald hell, bald dunkel gefärbt. Die Trüffeln finden sich vorzüglich in fetter Lauberde unter Gebüsch. Wo sie vorkommen, da pflegt der Boden weit und breit von den verästelten Zellenreihen ihres Myceliums durchzogen zu sein.

Fig 48. Bau der Trüffel.

Als die beiden vollkommensten Stufen der Pilzorganisation werden die Schlauch- und Hutpilze betrachtet. Bei den ersteren liegen die Sporen reihen-

weis, gewöhnlich zu acht, in keulenförmigen Schläuchen, welche sich zuletzt an der Spitze öffnen und die Sporen entweichen lassen. Diese Sporenschläuche stehen dicht beisammen und bilden eine eigentümliche Schicht entweder auf der Innenseite eines hohlen, oder auf der Außenfläche eines durch und durch festen Sporenträgers von bald fleischiger bald holzartig harter Beschaffenheit und höchst verschiedener Form, welcher aus dem Fadengeflecht des Myceliums hervorwächst. Die mit einem hohlen Sporenträger begabten Schlauchpilze, meist sehr kleine, unansehnliche, auf absterbenden Pflanzen schmarotzende Gebilde, werden Kernpilze genannt, weil die Sporenschläuche einen festen Kern im Innern des anfangs ringsum geschlossenen, zuletzt aber an der Spitze durchbohrten Sporenträgers bilden, die anderen dagegen Scheiben- oder Mützenpilze, weil bei ihnen der gewöhnlich fleischige, bald sehr kleine, bald ansehnlich große Sporenträger eine scheiben-, becher-, hut- oder mützenförmige Gestalt hat. Zu diesen gehören die Morcheln, sowol die gemeine Morchel (Helvella esculenta), als die Spitzmorchel (Morchella esculenta). Die Scheibenpilze sind der Mehrzahl nach Erdbewohner. Die Hutpilze endlich, zu denen sowol der Fliegenpilz, der Champignon, der Herren- u. Steinpilz, der Reizker, der Eierschwamm und andere mit einem wirklichen Hut begabte, als auch der Hausschwamm, sowie der Ziegenbart, der Hirschschwamm und andere unter strauchartig verästelter Form erscheinende Fleischpilze gehören, sind entweder auf der ganzen Oberfläche ihres aus dem meist kleinen Mycelium hervorgewachsenen Körpers (des Sporenträgers) oder blos an bestimmten Stellen desselben mit einer eigentümlichen Schicht von parallel neben einander gestellten Schlauchzellen überzogen, von denen einzelne an ihrem freien Ende je vier einzellige Sporen erzeugen, welche sich abschnüren. Wo der Sporenträger eine strauchartig verästelte Form hat, da sind seine Aeste über und über mit jener Schlauchzellenschicht bedeckt; bei dem hutförmigen Sporenträger dagegen befindet sich dieselbe

Fig. 11. Trüffelsporen.

blos an der untern, dem Boden zugekehrten Fläche des Hutes, wo sie entweder die Blätter oder Falten, welche von der Einfügungsstelle des Stieles nach dem Hutrande sich erstrecken, überzieht (z. B. bei dem Fliegenpilz, Amanita muscaria, und dem Champignon, Agaricus campestris), oder die kleinen Röhrchen auskleidet, mit denen die untere Fläche des Hutes besetzt erscheint (z. B. bei dem Steinpilz, Boletus edulis). Das eigentliche Gewebe des fleischigen Sporenträgers besteht aus verschlungenen Fadenzellen. Bisweilen führen einige dieser Zellen einen gefärbten, milchartigen Saft, z. B. beim Reizker (Agaricus deliciosus).

Aus den im Vorstehenden niedergelegten Bemerkungen über das Vorkommen der Pilze ergiebt sich bereits, daß die meisten derselben Schmarotzergewächse sind, d. h. Gewächse, welche sich vom Saft anderer Pflanzen oder auch von Thieren ernähren. Da außerdem die Mehrzahl der Pilze auf kranken oder im Absterben begriffenen oder bereits ganz todten und der Verwesung anheimgefallenen Pflanzen und Thieren, eine große Menge auch auf in der Zersetzung begriffenen, also in einer chemischen Umwandlung befindlichen Pflanzen- und Thierstoffen, wie z. B. Brod, Fleisch, Speisen, eingemachten Früchten, Zuckersäften, feuchtem Papier, verwesendem Stroh, Dünger u. s. w. wächst, so läßt sich die wiederholt aufgestellte Ansicht, es seien die Pilze Gewächse von secundärer Entstehung (Hysterophyten) d. h. Pflanzen, deren Entstehung durch den Untergang der höheren Pflanzenwelt bedingt werde, allerdings vertheidigen. Denn selbst die in und auf der Erde wachsenden Pilze, wie die Trüffeln und viele Schwämme (Fleischpilze), leben jedenfalls ausschließlich von zersetzten Pflanzen- und Thierstoffen, indem sie wol immer nur auf und in solchen Bodenarten gefunden werden, welche reich an verwesenden Pflanzen- und Thierstoffen sind. Man könnte daraus schließen, daß die Pilze überhaupt nichts weiter, als das Erzeugniß der chemischen Zersetzung pflanzlicher und thierischer Stoffe seien und daß sie sich deshalb überall, wo eine solche Zersetzung stattfinde, von selbst erzeugen müßten. Dies ist jedoch keineswegs der Fall. Denn wenn auch eine Urzeugung bei diesen merkwürdigen Gewächsen nicht gänzlich in Abrede gestellt werden kann, so dürfte eine solche doch blos in den niedrigsten Regionen der Pilzwelt, bei den Gährungs- und Staubpilzen, höchstens vielleicht noch bei Schimmelpilzen vorkommen. Alle übrigen Pilze, die Mehrzahl der Schimmel mit eingerechnet, gehen sicher blos aus Sporen hervor. Die ungeheure Menge, die außerordentliche Kleinheit, das geringe Gewicht und die Lebenszähigkeit der Pilzsporen machen es sehr erklärlich, sowol daß überallhin Pilzsporen durch den Wind gebracht werden können, als auch, daß wir von diesen in der Luft herumfliegenden Pilzsporen nichts bemerken, endlich daß Pilzsporen in das Innere von Thieren und Pflanzen eindringen und daselbst keimen können. Da aber die Pilze zu ihrer Ernährung pflanzlicher und thierischer Säfte oder überhaupt organischer Stoffe bedürfen, so werden ihre Sporen begreiflicher Weise nur da keimen können, wo sie jene Säfte und Stoffe vorfinden, und unzählbare Billionen von Pilzsporen zu Grunde gehen müssen. Aus diesem Grunde hat aber die Natur auch dafür Sorge getragen, daß es an Keimen nicht mangele, denn in der Bildung von Sporen thun es die Pilze allen übrigen Spo-

rengewächsen zuvor. Hat der liebe Leser einmal das Wüthen des mit Recht gefürchteten Hausschwammes (Merulius lacrimans) in dem feuchten Holzwerk eines neuerbauten Hauses beobachtet, so wird er sich überzeugt haben, mit welch' reißender Schnelligkeit jener Pilz sich verbreitet. Er verdankt dies seinen unzählbaren Sporen, die er fort und fort entwickelt, jenem fleischrothen Pulver oder Staube, womit man vielleicht an jedem Morgen Tische, Stühle und Dielen bedeckt gefunden haben wird, und welches trotz unaufhörlichen Abwischens und Ausfegens nicht verschwinden wollte. Ebenso fabelhaft schnell, wie die Vermehrung, geschieht auch das Wachsthum der meisten Pilze. Das auffallendste Beispiel dafür bietet der Riesenbovist (Bovista gigantea) dar. Dieser Pilz pflegt nämlich plötzlich während der Nacht aus dem Boden emporzuschießen, und dehnt sich während eines Zeitraums von acht oder zehn Stunden von der Größe einer Erbse bis zu derjenigen eines Menschenkopfes aus. Man hat berechnet, daß im Innern dieses Pilzes in jeder Minute gegen 5000 Zellen gebildet werden müssen! Nur die harten, holzigen an Bäumen schmarotzenden Arten der Gattung Löcherpilz (Polyporus), von denen einige zur Bereitung des Zundschwammes benutzt werden und welche oft ein hundertjähriges Alter erreichen, wachsen langsam. Diese setzen auch wegen ihres festen Gewebes den zerstörenden Einflüssen der Luft, des Regens, der Hitze und Kälte großen Widerstand entgegen, während die Mehrzahl der übrigen Pilze höchst vergängliche Gebilde sind.

Die eigenthümliche Lebensweise, das rasche Wachsthum, die fabelhafte Sporenbildung, endlich die seltsame Form unterscheidet die Mehrzahl der Pilze von allen übrigen Pflanzen. Außerdem sind aber die Pilze, und zwar alle, durch zwei andere Merkmale von der Mehrzahl der übrigen Pflanzen verschieden, nämlich durch den Mangel des grünen Farbstoffs, auf welchem die grüne Farbe der Pflanzen beruht, und durch den Mangel des Stärkemehls, eines Stoffes, der in allen übrigen Pflanzen in größerer oder geringerer Menge angetroffen wird. Dagegen zeichnen sich die Pilze durch den reichen Stickstoffgehalt ihrer Zellenflüssigkeit aus, eine Eigenschaft, welche die Pilze den Thieren nähert, indem der Stickstoff im thierischen Gewebe vorherrscht, während er im ächt pflanzlichen Gewebe nur in geringer Menge vorkommt.

Die Flechten.

Vielleicht ist dem lieben Leser nicht recht bekannt, was „Flechten" sind. Die Volkssprache kennt wenigstens dieses Wort als Benennung einer Pflanzengruppe bis jetzt noch nicht, und versteht unter „Flechten" entweder etwas Geflochtenes, oder jene häßliche Hautkrankheit, welche schon so manches schöne Gesicht verunstaltet hat. In der That ist die Aehnlichkeit, welche gewisse Arten derjenigen Sporenpflanzen, die in der Wissenschaft „Flechten" genannt werden, in ihrer äußern Erscheinung mit dem gleichnamigen Hautausschlage haben, die Ursache gewesen, daß man jene ganze Pflanzenklasse mit dem Namen dieser Krankheit belegt hat.

Mit dieser Bemerkung habe ich aber des Lesers Kenntniß der „Flechten" genannten Pflanzen noch nicht um einen Schritt gefördert; ich muß ihm daher zunächst sagen, was für Gewächse man in der Wissenschaft unter dem Namen „Flechten" versteht.

Es sind dem geehrten Leser gewiß schon oft die dotter- bis orangegelben Flecke aufgefallen, welche die Stämme aller älteren Bäume bisweilen in großer Menge bedecken, aber fast immer blos an einer Seite, nämlich an derjenigen, welche den warmen feuchten Luftströmungen am meisten und häufigsten ausgesetzt ist, d. h. bei uns an der Westseite. Hat man sich einmal die Mühe genommen, diese Flecke näher zu untersuchen, so wird man bemerkt haben, daß dieselben von einem der Rinde fest aufgedrückten, rundlichen, am Rande zierlich gelappten, sonst faltigen oder runzlichen Laube von der genannten Farbe herrühren, auf dessen Oberfläche in der Mitte sich zahlreiche kleine zierliche Schüsselchen von derselben Farbe befanden. Dieses Gebilde ist eine Flechte, und zwar die gemeine Wandflechte (Parmelia parietina), eine der allergemeinsten und über die ganze Erde verbreiteten Flechten, die man in unseren Gegenden namentlich an den Stämmen der italienischen Pappeln in ungeheurer Menge finden wird. Fig. 50. stellt diese wegen ihrer schönen gelben Farbe sich schon von fern ankündigende Flechte in natürlicher Größe dar. Man wird vielleicht an demselben Stamme, den diese schöne Flechte bewohnt, noch mehrere andere ganz ähnlich gestaltete Gebilde, nur von anderer Farbe und anderer Zertheilung des Laubes gewahren, und noch andere kann man an Felswänden, an Mauern, Planken, Zäunen, auf Schindel-, Stroh- und Ziegeldächern finden. Alle diese Gebilde sind Flechten, und zwar Laubflechten, sogenannt, weil ihr Körper in Form eines gelappten Laubes ausgebildet ist. Wer kennt ferner nicht das isländische Moos (Cetraria islandica), welches schon so manchem Brustkranken Erleichterung und Heilung verschafft hat? Auch dieses ist eine Flechte, aber eine Strauchflechte. So nennt man nämlich diejenigen Flechten, deren Körper unter der Form eines kleinen aufrechten, vielfach verästelten Strauches erscheint. Fig. 51. zeigt uns eine andere Strauchflechte, und zwar eine der gemeinsten, die man überall auf Haideboden, in der Ebene, wie auf den Gebirgen finden kann. Es ist das bekannte Rennthiermoos (Cladonia rangiferina), eine Flechte, die ihren Namen deshalb erhalten hat, weil sie in den Polargegenden den Rennthieren, jenen so überaus nützlichen Geschöpfen, welche den Bewohnern der Polarzone unentbehrlich sind, vorzugsweise als Nahrung dient. Zu derselben Gattung gehören die zierlichen grünlichgrauen Becher, welche man gewiß schon oft auf alten Lehmmauern bemerkt haben wird, sowie die korallenartigen, weißgrauen, oft mit kleinen oberseits graugrünen Blättchen besetzten Zwergsträuchlein, deren Gipfelästchen sich ebenfalls becher- oder trompetenförmig erweitern und am Rande mit bald braunen, bald schön rothen Köpfchen besetzt sind, Flechten, welche besonders auf feuchter Erde in Gebirgsgegenden häufig wachsen und von den Bewohnern des Riesengebirges, des Harzes, der sächsischen Schweiz, des böhmisch-lausitzischen und anderer Gebirge Deutschlands nebst Preußelbeerzweigen vorzüglich gern zur Verzierung der sogenannten „Mooskränze" benutzt

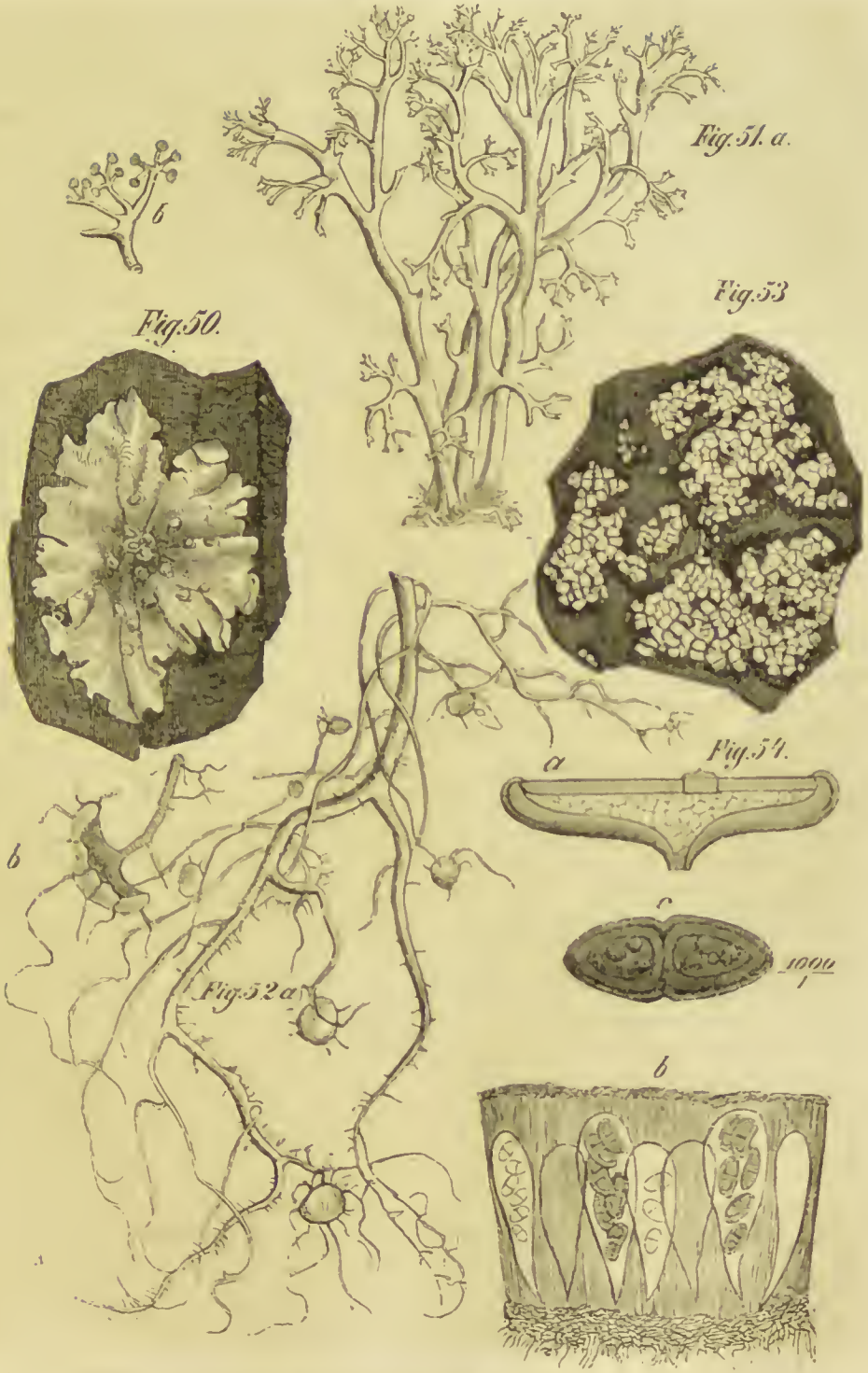


Fig. 50. Die Wandflechte. Fig. 51. Die Rennthierflechte. Fig. 52. Die Bartflechte. Fig. 53. Die geographische Scheibenflechte. Fig. 54. Flechtenfrucht.

zu werden pflegen, die der Hauptsache nach meist aus der Rennthierflechte gemacht sind. Endlich werden dem geehrten Leser auch die weißgrauen ehrwürdigen Bärte, welche von den Aesten alter Fichten und Tannen besonders in Bergwäldern herabhängen und jene Bäume oft in höchst malerischer und phantastischer Weise schmücken, gewiß nicht entgangen sein. Auch diese rühren von einer Flechte, einer Bartflechte her. So nennt man nämlich Flechten mit strauchartig verzweigtem Körper, deren Stämme und Aeste fadenförmig sind und so wenig Festigkeit besitzen, daß sie sich aufrecht nicht erhalten können, sondern herabhängen. Fig. 52. stellt ein Stückchen der gemeinen Bartflechte (Usnea barbata) vor, die man in allen Wäldern, besonders Nadelwäldern finden kann, und auch oft an Obstbäumen bemerken wird. Wir haben also Laub-, Strauch- und Bartflechten zu unterscheiden, aber damit ist der Formenkreis der Flechtenwelt noch nicht erschöpft. Sehr viele Flechten, die meist an Felsen und Bäumen, seltener auf der nackten Erde wachsen, erscheinen nämlich dem bloßen Auge als bald dicke, bald sehr dünne Krusten, und diese Krustenflechten sind es, welche den Flechten überhaupt ihren Namen gegeben haben. In der That wird man, wenn man Fig. 53 ansieht, welche die geographische Scheibenflechte (Lecidea geographica) darstellt, eine gewisse Aehnlichkeit dieses seltsamen Gewächses mit dem Flechtenausschlag der menschlichen Haut nicht in Abrede stellen können. Diese Aehnlichkeit fällt um so mehr in die Augen, als unsere Abbildung schwarz ist; in der Natur würde dem Beschauer dieselbe weniger einleuchten, indem da jene auf Steinblöcken und Felsen höherer Gebirge sehr häufig wachsende Flechte eine lebhaft grüngelbe Farbe hat. Die Krustenflechten sind im Allgemeinen die unvollkommensten, die Bartflechten die vollkommensten aller Flechten.

Trotz dieser sehr verschiedenen Gestaltung des Flechtenkörpers bietet derselbe doch bei weitem keine solche Mannigfaltigkeit in seinem Bau dar, wie der Pilzkörper. Denn mit Ausnahme der sogenannten Gallertflechten, von denen wir hier füglich absehen können, da sie blos einen kleinen Theil der Flechtenwelt ausmachen und im Ganzen ziemlich selten vorkommen, besteht der eigentliche Körper (das Lager, thallus) aller Flechten, er mag nun krusten-, laub-, strauch- oder bartförmig sein, aus drei verschiedenen Schichten von Zellgewebe, nämlich bei den Krusten- und Laubflechten aus einer untern, mittlern und obern Schicht, bei den Strauch- und Bartflechten aus einer Rinden-, Mark- und einer mittlern, zwischen beiden gelegenen Schicht. Die mittelste Schicht wird immer von großen kugeligen grün oder grünlichgelb gefärbten Zellen gebildet, während die anderen Schichten aus in die Länge gestreckten, oft fadenförmigen und verzweigten Zellen zusammengesetzt sind. Namentlich besteht bei den Laubflechten das unter der Keimschicht, wie man die aus grünen Kugelzellen zusammengesetzte Schicht nennt, befindliche Gewebe aus kurzen, verzweigten, steifen, durch einander gewirrten Fadenzellen. Dieser Bau läßt sich natürlich nur an zarten Durchschnitten unter dem Mikroskop bei starker Vergrößerung erkennen, denn die Flechtenzellen sind sehr klein und wenig durchsichtig, weil sie in der Regel dicke Wände besitzen. Die Sporen entstehen bei allen Flechten in keulenförmigen Schläuchen, in denen

sie gewöhnlich in zwei Reihen neben einander liegen, und sind bald ein-, bald zwei-, bald vierzellig. Die zuletzt an der Spitze sich öffnenden Sporenschläuche befinden sich in einer aus lauter einfachen, unverzweigten Fadenzellen, sogenannten Saftfäden, bestehenden Schicht, welche entweder die Oberfläche oder die Innenwandung der Flechtenfrüchte überzieht. Letztere erscheinen bald als kugelige oder halbkugelige Köpfchen, bald als platte, schildförmige Scheiben, bald unter der Form kleiner Schüsseln oder Teller mit erhabenem Rande, bald als vertiefte rinnenförmige Stäbchen, die nicht selten die Form arabischer Schriftzüge nachahmen, bald blos als Flecke oder Punkte, und entwickeln sich bei den Krusten- und Laubflechten im Centrum, bei den Strauch- und Bartflechten an den Enden der Aeste und Seitenzweige des Thallus. In der ersten Jugend ist die Flechtenfrucht stets eine geschlossene Hohlkugel, welche als Kern den sporenerzeugenden Apparat (das Thalamium) enthält. Bei vielen Flechten verharrt die Frucht in diesem Zustande, bis die Sporen vollkommen reif geworden sind, worauf sie entweder am Scheitel unregelmäßig berstet, oder sich daselbst ein kleines Loch bildet, durch welches die Sporen entweichen. Bei den übrigen Flechten öffnet sich die junge Frucht sehr bald am Scheitel und breitet sich nun zu einem meist schild-, teller- oder schüsselförmigen Organe aus, dessen obere Fläche das Thalamium überzieht. Fig. 51. stellt bei a die Frucht einer Schlüsselflechte (Parmelia) im senkrechten Durchschnitt blos sechsmal vergrößert dar. Die oberste, fein gestrichelte Schicht ist das Thalamium, von dem bei b ein Stückchen in vierhundertfacher Vergrößerung erscheint. c ist eine Spore, achthundertmal vergrößert. Dieselbe besteht aus zwei von der Membran ihrer Mutterzelle umhüllten Zellen, in deren Innern sich Oeltropfchen befinden. Die Flechtensporen sind meist farblos, seltener gefärbt und dann gewöhnlich schwarzbraun. Häufiger als durch die Sporen pflanzen sich die Flechten durch die oben erwähnten grünen oder gelbgrünen Kugelzellen fort, welche unter der obern oder der Rindenschicht des Thallus immer eine zusammenhängende Schicht bilden, die sich auf dem Verticaldurchschnitt des Thallus schon dem bloßen Auge als ein grüner Strich zu erkennen giebt. Diese Zellen die Keimzellen (Gonidien) durchbohren nämlich das Gewebe der Rindenschicht, und verwandeln sich, nachdem sie sich von der Mutterpflanze getrennt haben, in neue Individuen, indem in ihrem Innern neue Zellen entstehen. Von vielen Flechten kennt man bis jetzt blos die Gonidien, indem dieselben Früchte gar nicht oder vielleicht nur höchst selten zu entwickeln scheinen. Die Fruchtbildung beginnt bei den Flechten überhaupt erst im spätern Alter, bei vielen Arten so spät, daß man lange suchen muß, bevor man ein fruchttragendes Exemplar findet. Die Sporen entwickeln sich ebenfalls außerordentlich langsam, ihre Zahl ist im Vergleich mit derjenigen der Pilzsporen eine sehr geringe.

Wegen der Entstehung der Sporen in Schläuchen und wegen der Gestaltung dieser Sporenschläuche ähneln die Flechten den oben geschilderten Schlauchpilzen ungemein, ja es giebt Krustenflechten, deren Früchte genau so aussehen, wie die Sporenträger oder Früchte vieler Kernpilze. Dennoch unterscheiden sich auch diese Krustenflechten, gleich allen übrigen Flechten, auffallend von den Pil-

zen. Erstlich besitzen alle Flechten kein Mycelium, sondern ihr Körper, der Thallus, ist entweder, wie bei den Krustenflechten, mit seiner Unterlage fest verwachsen, oder, wie bei der Mehrzahl der übrigen Flechten, mittelst wurzelartiger Fasern, oder endlich, wie bei einigen Laubflechten, mittelst einer im Centrum der untern Fläche befindlichen Scheibe an die Unterlage befestigt. Sodann sind alle Flechten keine Schmarotzer, auch die an Baumstämmen und auf Blättern anderer Pflanzen wachsenden Flechten nicht ausgenommen, indem die Flechten lediglich von dem in der Luft enthaltenen Wasserdampfe und von dem Regenwasser und Thau leben. Die Baumstämme, Blätter, Felswände, Mauern u. s. w., auf denen sie wachsen, dienen ihnen blos zur Unterlage. Ferner ist das Gewebe aller Flechten sehr arm an Stickstoff, dagegen sehr reich an Stärkemehl, ja bei manchen Flechten, wie z. B. bei dem isländischen Moos und bei der Rennthierflechte, bestehen selbst die Membranen der Zellen zum Theil aus Stärkemehl. Ein zweiter Stoff, der den Pilzen gänzlich abgeht, in den Flechten aber, wenn auch nur in geringer Menge, gefunden wird, ist das Pflanzengrün (Chlorophyll). Von diesem Stoffe rührt nämlich die grüne Farbe der Keimzellen her. Endlich besitzen die Flechten eine viel längere Lebensdauer und ein viel zäheres Leben als die Pilze, was darauf beruht, daß ihre Zellen aus einem viel weniger vergänglichen Stoffe bestehen und die Fähigkeit besitzen, selbst nachdem sie bereits aus Mangel an Feuchtigkeit gänzlich vertrocknet sind und Jahre lang in diesem Zustande verharrt haben, wieder aufzuleben und ihre Lebensthätigkeit fortzusetzen, sobald sie mit Wasser in Berührung kommen. Dieses saugen nämlich die zusammengefallenen Flechtenzellen begierig auf und dehnen sich in Folge davon aus, um ihre ursprüngliche Form wieder anzunehmen. Daher erscheint die Flechtenvegetation während des Sommers, besonders in solchen Gegenden der Erde, wo es in dieser Jahreszeit nicht regnet, wie todt, indem der Flechtenleib zusammengeschrumpft und oft so ausgetrocknet ist, daß er sich zu Staub zerreiben läßt; allein der erste Regen erweckt sie wieder aus ihrem Scheintod zu neuem, freudigem Leben. Weil die Flechten gänzlich auf die Feuchtigkeit der Luft angewiesen sind, vegetiren sie im Winter, in den Tropenzonen während der Regenzeiten am freudigsten und kräftigsten. Die Mehrzahl erreicht ein hohes Alter, ja man kennt Flechten (auf Felsen wachsende Krustenflechten) deren Alter man auf viele tausend Jahre schätzt. Schließlich muß ich noch bemerken, daß viele Flechten eine verschiedene Farbe besitzen, je nachdem sie trocken oder feucht sind. Bei diesen Flechten werden nämlich die Zellen der Rindenschicht oder der obern Schicht gallertartig durchsichtig, sowie sie im Wasser aufquellen und sich ausdehnen, dagegen undurchsichtig, sobald sie in Folge von Wassermangel und Hitze austrocknen. Dann muß selbstverständlich der ganze Thallus die Farbe der Rindenschicht annehmen, während im feuchten Zustande seine Farbe von derjenigen der durch die wasserhelle Rindenschicht durchschimmernden mittlern Zellenschicht bedingt wird. So sieht eine sehr hübsche, auf unsern Aepfelbäumen häufig wachsende Schüsselflechte, die Parmelia obscura, bei trockenem Wetter graubraun, bei regnerischer Witterung dagegen schön grün aus. Die Flechten sind unschädliche Gewächse; giftige Arten, welche unter den Pilzen so häufig vorkommen, hat

man wenigstens bis jetzt unter ihnen noch nicht gefunden. Mehrere Flechten gewähren dem Menschen großen Nutzen. Dahin gehören vor allen die stärkemehlreichen Strauchflechten, welche in den Polargegenden zu Mehl zerrieben und zur Brodbereitung benutzt werden.

Die Algen.

Mit den Algen wird es dem geehrten Leser wahrscheinlich ebenso ergehen, wie mit den Flechten, nämlich er wird nicht recht wissen, was für Pflanzen unter diesem Namen gemeint sind. Ich will ihn daher zunächst auf einige Erscheinungen der Algenwelt aufmerksam machen, die er bereits hundertmal bemerkt haben wird, ohne zu ahnen, daß er seine Blicke gleichgültig oder wol gar mit Ekel über eine Welt zarter Gewächse von unvergleichlicher Schönheit und wunderbarer Lebensthätigkeit gleiten läßt. Man sehe einmal die vom Wasser triefende Welle eines Mühlrades an. Man wird sie mit gallertartigen Klumpen von durchsichtig grüner Farbe und mit schopf- oder bartförmigen Massen eines feinen Fadengeflechts von derselben Farbe bedeckt finden. Es sind Kolonieen von Algen. Um die Zeit, wenn die Frösche ihren fröhlichen Frühlingsruf zu erheben anfangen, wird man häufig bemerkt haben, daß an der Oberfläche der bis dahin noch ganz reinen Teiche große, rundliche, aus Klumpen von gelblichgrünem Schlamm bestehende Flecke sichtbar werden. Es sind ebenfalls Kolonieen von Algen. Im Sommer wird man oft Wassergräben, ja ganze Teiche mit wolkenförmigen Massen eines feinfädigen, grünen Gespinnstes erfüllt gesehen, sowie an den Steinen klarer Bäche Büschel und flutbende Bärte von feinen, grünen, schlüpfrigen Fäden bemerkt haben. Auch dies sind Kolonieen von Algen gewesen. Sollte Jemand endlich einmal eine Reise nach einem Nordseebad, z. B. nach Helgoland, Wangeroge oder Norderney gemacht haben, so werden ihm gewiß die wallartigen Massen von braunem Schlamm aufgefallen sein, welche längs des Strandes hinziehen. Es sind Anhäufungen von Meeralgen, welche die Wellen ans Land gespült haben, und hätte er sich durch den allerdings oft pestilenzialischen Geruch, den solcher ausgeworfener Meerschlamm sehr bald zu entwickeln beginnt, nicht abhalten lassen, solche Algenhaufen mit seinem Stocke aus einander zu wühlen, so würde er Gewächse von schon mit bloßen Augen wahrzunehmender wunderbarer Schönheit und überraschender Farbenpracht darin gefunden haben. Bereits oben S. 22 habe ich den Eindruck zu schildern versucht, den ein Algengarten des Meeres, d. h. ein mit Algenbüscheln dicht bekleideter und von durchsichtigem Wasser bedeckter Meeresgrund auf Jeden, welcher Interesse an der Natur hat, machen muß.

Aus diesen Bemerkungen wird man bereits schließen, daß die Algen Wassergewächse sind und sowol in süßem als salzigem Wasser, in Brunnengewässern und im Meer vorkommen. In der That bewohnt die überwiegende Mehrheit der Algen das Wasser, nur wenige wachsen, gleich den Flechten, an der Luft, an Baumstämmen und Felsen. Die Süßwasseralgen finden sich vorzüglich in Landseen,

Teichen, Wasserbassins, Gräben, Trögen, in stagnirenden Flüssen und Bächen, seltener in schnellfließenden Gewässern oder in hellen Quellen, und zeichnen sich fast alle durch eine prächtig grüne Farbe aus, indem ihre Zellen sehr reich an reinem Pflanzengrün (Chlorophyll) sind. Die Meeralgen, welche vielleicht mehr als zwei Drittheile der gesammten Algenvegetation ausmachen, haben im Allgemeinen eine derbere Beschaffenheit, als die Süßwasseralgen, und bieten einen unglaublichen Formen- und Farbenreichthum dar. Ein reines Pflanzengrün findet sich jedoch bei diesen selten; dagegen kommen bei ihnen die prachtvollsten Nuancen von Roth, Violett und Braun vor. Sowol bei den Meer- als bei den Süßwasseralgen wechselt die Größe des Algenkörpers außerordentlich, doch sind im Allgemeinen die Meeralgen größer, als die Süßwasseralgen, ja unter den sogenannten Tangen, d. h. Meeralgen von leder- oder knorpelartigem Gewebe, finden sich Arten, deren Körper Hunderte von Klaftern lang wird. Dahin gehört der antarktische Riesentang (Macrocystis pyrifera) im südlichen Polarmeere, dessen Stamm eine Länge von 1500 Fuß erreichen soll. Dagegen ist der Protococcus atlanticus, eine mikroskopische einzellige Alge, welche das atlantische Meer oft auf Strecken von mehreren Meilen im Durchmesser blutroth färbt, ein Bruder des S. 81 geschilderten „rothen Schnees", so klein, daß 60,000 Exemplare davon, dicht neben einander gelegt, erst ein Viereck von $^1/_{24}$ Zoll bedecken würden! Zu den größten Süßwasseralgen gehört die in hellen Bächen wachsende Cladophora longissima; doch werden ihre Fäden wol selten über zwei Ellen lang.

Die Algen *) sind eine überaus artenreiche Gruppe des Pflanzenreichs. Deshalb bietet ihr Leib auch einen unendlichen Formenreichthum und eine außerordentliche Verschiedenheit des innern Baues dar, in welcher Hinsicht diese Gewächse die Pilze beinahe noch übertreffen. Auf der niedrigsten Stufe der Entwickelung besteht der Algenkörper, gleich dem unvollkommensten Pilzkörper, aus einer einzigen Zelle. Nichts desto weniger tritt uns schon bei diesen einzelligen Algen ein Formenreichthum und eine Größenverschiedenheit entgegen, welche wir selbst bei den mehrzelligen Pilzen vergeblich suchen. Aus der ursprünglichen Kugelgestalt der sich frei überlassenen Zelle, wie dieselbe viele Protococcusarten besitzen, entstehen durch verschiedene Ausdehnungsweise der Zellenhaut die wunderbarsten Formen, manche derselben oft von unvergleichlicher Schönheit und Eleganz. Dahin gehören, außer den rein mikroskopischen Desmidieen und Diatomeen, welche bereits ausführlich geschildert worden sind, viele größere einzellige Meer- und Süßwasseralgen, deren Zelle faden-, pinsel-, fächer- oder strauchförmig verästelt ist. Die Mehrzahl der einzelligen Algen schwimmt frei im Wasser, einige, wie z. B. die großen das Meer bewohnenden Caulerpeen (s. oben) sind mittelst wurzelähnlicher Fasern, andere, ebenfalls Meeralgen, mittelst Scheiben oder Saugwarzen gleich den Laubflechten an Steine und andere feste Gegenstände

*) Ihr Name ist der lateinischen Sprache entlehnt, und bedeutet Wassergewächs.

im Wasser angeheftet. Einige wenige endlich liegen, meist in Schleim eingebettet, lose auf feuchter Erde und Schnee, oder kleben an feuchten, schattigen Baumstämmen, Mauern und Felsen. Die mehrzelligen Algen lassen drei Hauptorganisationsstufen erkennen. Auf der niedrigsten besteht der Algenkörper aus linienförmig an einander gereihten Zellen, ist also eine Zellenreihe oder ein Faden; auf der zweiten ist er aus flächenförmig an einander gereihten Zellen zusammengesetzt, folglich eine Zellenschicht oder eine Membran; auf der dritten endlich sind die Zellen in allen Richtungen des Raumes mit einander verbunden, und bilden einen Zellenkörper, welcher bald als verästelter Strauch, bald als ein Fächer, bald als ein gabelförmig oder federförmig zertheiltes dickes Laub u. s. w. erscheint. Der einschichtige Algenkörper tritt gewöhnlich unter der Form eines dünnen, gelappten, oder gefälteten und krausen, bisweilen fächer- oder federförmig zertheilten Laubes auf; der fadenförmige Algenkörper ist entweder einfach oder verzweigt. Die mehrzelligen Algen schwimmen theils frei im Wasser, theils sitzen sie mittelst Haftfasern und Haftscheiben an Steinen, Muscheln und anderen festen Gegenständen fest.

Die Zellen der Algen sind äußerst zart, doch ungleich vollkommener als diejenigen der Flechten und Pilze, indem sich an ihnen bereits alle Theile der höhern Pflanzenzelle, welche wir weiter unten kennen lernen werden, vorfinden, was bei den Zellen der bisher geschilderten Sporengewächse nicht der Fall ist. Die Membran der Algenzellen ist gewöhnlich wasserhell durchsichtig, der Innenraum dagegen mit zahlreichen Farbstoffkügelchen erfüllt, und zwar bei fast allen Süßwasseralgen, wie auch bei vielen Meeralgen, mit schön grünen Farbkügelchen (Chlorophyllkörnern), bei der Mehrzahl der Meeralgen mit olivenbraunen, violetten, hell- und dunkelrothen Körnchen. Das Chlorophyll unserer Süßwasseralgen findet sich nicht blos in Körnchen, in welcher Form es auch in den Zellen der höheren Pflanzen vorkommt, sondern auch in Form von oft zierlich gezackten Bändern und Streifen. So ist bei der Fadenalgengattung Spirogyra, von welcher viele Arten in unseren Teichen und Wassergräben leben, eine jede der cylindrischen Zellen mit einem solchen zierlichen, spiralförmig gewundenen Chlorophyllbande inwendig ausgekleidet, weshalb diese Algen unter dem Mikroskop einen reizenden Anblick gewähren (s. Fig. 56). Das Chlorophyll dient übrigens nicht blos dazu, den Algen ihre Farbe zu geben, sondern es spielt bei denselben noch eine andere überaus wichtige Rolle. Durch das Zusammenballen von Chlorophyllkörnern entstehen nämlich die Sporen, auch kann sich unter Umständen ein einzelnes Chlorophyllkörnchen oder richtiger Chlorophyllbläschen — denn es sind wirkliche Bläschen — unmittelbar zu einer neuen Zelle ausdehnen. Das merkwürdigste Beispiel dafür liefert das sogenannte Wassernetz (Hydrodictyon utriculare), die wunderbarste aller Süßwasseralgen, welche hier und da in Wassergräben schwimmend gefunden wird und sich mit unglaublicher Schnelligkeit vermehrt. Diese Alge besteht aus großen cylindrischen Zellen, welche zu sechsseitigen Maschen verbunden sind, und diese Maschen bilden zusammen ein ringsgeschlossenes, schlauchartiges Netz, das wol an eine halbe Elle lang wird. Jede einzelne Zelle ist an-

fangs mit Chlorophyllbläschen dicht erfüllt. Allmählich verschwindet die Mehrzahl derselben, die übrig bleibenden legen sich an einander, dehnen sich nach zwei Seiten hin aus, gruppiren sich zu sechsseitigen Maschen und ein neues Netz en miniature ist fertig. Zu einer bestimmten Zeit enthält fast eine jede Zelle des alten Mutternetzes ein kleines Tochternetz. Letzteres zersprengt zuletzt durch seine fortgesetzte Ausdehnung die Mutterzelle, gelangt ins Freie und erreicht nun binnen Kurzem die Größe des alten Netzes. Diese eigenthümliche, im Pflanzenreich einzig dastehende Vermehrungsweise dieser interessanten Alge, welche gewissermaßen lebendige Junge gebiert, erklärt es, daß ein Wassergraben oder Teich, in den einige wenige Wassernetze gelegt sind, binnen acht Tagen von dieser Alge vollgefüllt sein kann, denn die Entwickelung des Wassernetzes geht außerordentlich schnell vor sich.

Es würde mich zu weit führen, wenn ich dem geehrten Leser auch nur die hauptsächlichsten Formen des äußern und innern Baues der ein- und mehrzelligen Algen schildern und mittelst mikroskopischer Bilder erläutern wollte. Ich will mich daher hier blos auf eine flüchtige Schilderung der Sporen- und Fruchtbildung dieser interessanten Gewächse beschränken, indem dieselbe höchst merkwürdige Erscheinungen darbietet. Bei den niedrigsten Formen der einzelligen Algen, welche sich wie die Diatomeen und Protococcusarten durch Theilung ihres Körpers vermehren, kann begreiflicher Weise von einer Sporenbildung nicht die Rede sein. Die eigenthümliche, durch sogenannte Copulation bewirkte Sporenbildung der Desmidieen ist bereits oben ausführlich geschildert worden. Außerdem kommt eine wirkliche Sporenbildung blos bei solchen einzelligen Algen vor, deren Zelle verästelt ist. Hier nämlich ballt sich entweder das Chlorophyll in den Spitzen der Aeste zu Sporen zusammen, oder eine solche Astspitze schnürt sich ab und verwandelt sich in eine Spore. Bei den mehrzelligen Algen befinden sich die Sporen entweder an der Außenfläche des Algenkörpers, oder in einzelnen vor den übrigen Zellen nicht ausgezeichneten Zellen, oder endlich in eigenthümlich gestalteten Zellen und in aus Zellgewebe bestehenden Organen. Letztere nennt man Früchte. Zu den Algen, welche die Sporen unverhüllt an ihrer Außenfläche tragen, gehört die in Fig. 55. abgebildete Froschlaichalge (Batrachospermum moniliforme). Diese höchst zierliche, in kalten hellen Quellen, besonders Gebirgsquellen Deutschlands vorkommende und bald grün, bald violett gefärbte Alge erscheint dem bloßen Auge als eine vielfach verzweigte Reihe kleiner halbdurchsichtiger Gallertkugeln (Fig. 55a). Unter dem Mikroskop, wo diese Alge ein überaus schönes Bild gewährt, bemerkt man aber mit nicht geringem Erstaunen, daß diese Alge nicht aus an einander gereihten Kugelzellen besteht, sondern daß sie einen aus vielen cylindrischen Zellen zusammengesetzten Stamm besitzt, welcher in kleinen Abständen mit dichten Quirlen von kleinen, verzweigten, aus länglichen an einander gereihten Zellen gebildeten Aestchen besetzt ist (Fig. 55 b c). In diesen Astquirlen, welche dem unbewaffneten Auge als Gallertkugeln erscheinen, bemerkt man hier und da dunkle rundliche Flecke (Fig. 55 b), welche sich bei stärkerer Vergrößerung als große kugelige Haufen länglichrunder grüngefärbter Zellen, d. h. Sporen zu

erkennen geben (Fig. 55 d). Eine andere deutsche Alge, welche die Sporen an der Außenfläche ihres Körpers trägt, ist das Veilchenmoos (Chroolepus Jolithus), dem die beliebten „Veilchensteine" des Riesengebirges und des Brockens

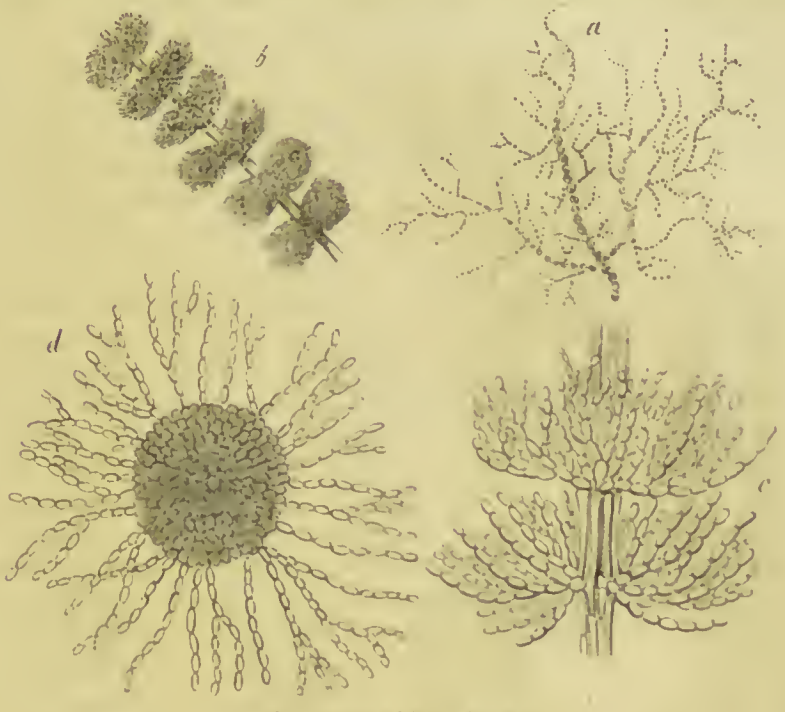


Fig. 55. Froschlaichalge.

ihren angenehmen Geruch verdanken. Diese Alge, welche um so interessanter ist, als sie an der Luft und zwar auf Steinen (vorzüglich gern auf Glimmerschiefer) hoher, freier, nackter Bergkuppen wächst, stellt sich dem bloßen Auge als ein unscheinbarer, sammtartiger Ueberzug von rothbrauner Farbe dar (Fig. 57 a). Unter dem Mikroskop bemerkt man, daß dieser Sammt aus kurzen, dicht beisammen stehenden, feinen, wenig verzweigten Fäden besteht, welche aus dickwandigen, länglichen, von Chlorophyll dicht erfüllten Zellen zusammengesetzt sind. Fig. 57 b zeigt ein Stückchen Veilchenmoos in 200facher Linearvergrößerung. Der linke Faden, bei welchem allein der Zelleninhalt gezeichnet ist, besitzt eine ausgebildete Spore an der Seite, eine zweite ist in der Endzelle des linken Astes in der Bildung begriffen. Bei den Fadenalgen (Conferveceen) entstehen die Sporen durch Zusammenballung von Chlorophyll bald einzeln, bald zu mehreren in einzelnen Gliedern (Zellen) des Fadens. Zu diesen Algen gehören auch die merkwürdigen, bereits erwähnten Spi-

Fig. 57. Veilchenmoos.

ralbandalgen (Spirogyra), von denen eine der gemeinsten Arten stückweise in Fig. 56. dreihundertmal vergrößert abgebildet ist. Bei den Spirogyraarten und einigen verwandten Gattungen tritt oft gleichzeitig mit der Sporenbildung, oft ohne dieselbe, ein höchst merkwürdiger Vorgang ein, nämlich eine Copulation, die derjenigen der Desmidieen (s. oben S. 32) ähnlich ist, jedoch nicht den Tod der copulirten Individuen herbeiführt. Die in Fig. 56. dargestellten Stücke der gemeinen Spiralbandalge sind sämmtlich copulirt. Die einander zugekehrten Zellen zweier neben einander liegender Fäden erweitern sich nämlich blasenförmig, diese blasenförmigen Vorsprünge stoßen an einander und wachsen endlich zusammen. Nicht selten wird die Scheidewand, welche die copulirten Zellen noch von einander trennt, aufgesaugt. Dann fließt der gesammte Inhalt der beiden Zellen zusammen und formt sich zu einer Spore. Fig. 56. a stellt zwei copulirte Fäden ohne Sporenbildung, b und c copulirte Fäden mit fertigen Sporen dar. Die mit sogenannten „Früchten" begabten Algen zerfallen in solche, welche blos einerlei, und in solche, welche zweierlei Früchte besitzen. Die letzteren sind sämmtlich Meerbewohner und durch schöne bunte, besonders rothe und violette Färbung ihres meist sehr zierlich gestalteten und kunstvoll aus verschiedenartig geformten Zellen zusammengesetzten Körpers ausgezeichnet, ein Umstand, der ihnen den Namen Blumentange (Florideae) zugezogen hat. Die Früchte dieser Blumentange sind meist als große, blasige Zellen ausgebildet, welche sich bald im Innern des Algenkörpers, bald an dessen Außenfläche befinden, und im letztern Falle oft auf Stielen

Fig. 56. Copulation von Spirogyra.

stehen. Die einen Früchte entfalten blos 4 große, die anderen viele kleine Sporen. Kützing, einer der größten jetzt lebenden Algenkenner, hat diese verschiedenen Früchte mit dem Namen „Vierlings"- und „Kapselfrüchte" belegt. Fig. 58. und 59. stellen Stücke von drei solchen Blumenalgen aus dem atlantischen und mittelländischen Meere in hundertfacher Linearvergrößerung dar. Fig. 58. a (Echinoceras Hystrix) und b (Acanthoceras Shuttleworthianum) besitzen blos Vierlingsfrüchte. Dagegen ist die in Fig. 59. abgebildete Alge (Gongroceras Deslongchampii) mit beiderlei Fruchtformen begabt. Nämlich der Faden a ist mit Vierlingsfrüchten besetzt, der Faden b enthält an der Ursprungsstelle der drei Aeste eine große Kapselfrucht.

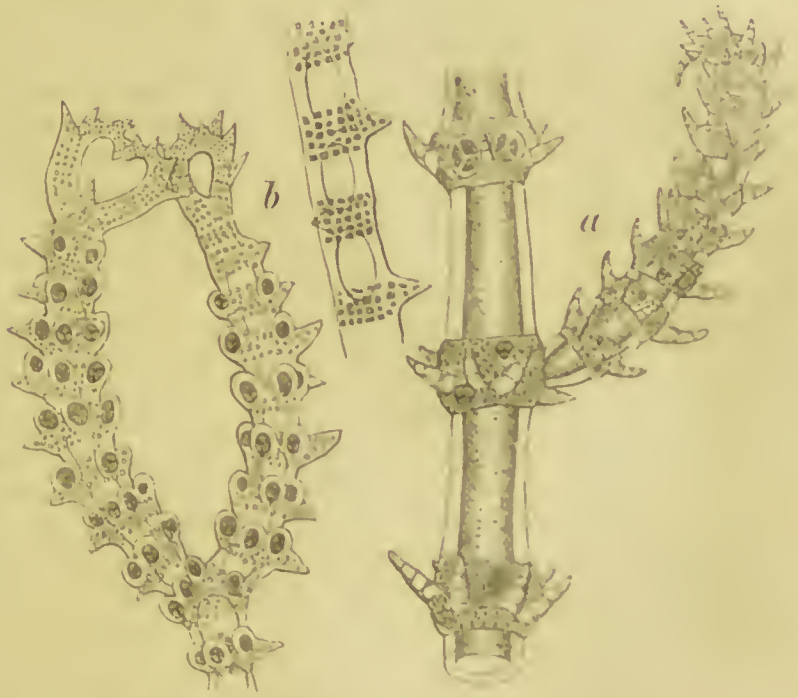


Fig 58. Blumenranze.

Aber nicht blos verschiedene Fruchtformen und verschiedengroße Sporen finden sich in der wunderreichen Klasse der Algen, es kommen bei vielen Algen auch zweierlei gänzlich verschiedene Arten von Sporen vor, nämlich sogenannte ruhende oder Samensporen und Schwärmsporen. Zu den Samensporen gehören alle bis jetzt geschilderten Sporen, mit Ausnahme der kleinen Sporen der Florideen, welche, wie es scheint, als bloße „Keimzellen" (Gonidien) betrachtet werden müssen, und folglich den grünen Kugelzellen des Flechtenlagers entsprechen. Die Samensporen finden sich immer nur in geringer Anzahl, in der Regel einzeln in ihren Mutterzellen, sind groß, meist olivenbraun gefärbt, sinken, nachdem sie durch das Zerplatzen der Mutterzelle ins Freie gelangt sind, auf den Boden des

Wassers, und müssen daselbst eine Zeit lang im Schlamme ruhen, bevor sie keimen, d. h. sich zu einem Schlauch ausdehnen können, welcher durch Bildung von Scheidewänden und Tochterzellen sich allmählich in ein neues Individuum verwandelt. Die Schwärmsporen dagegen entstehen in der Regel haufenweise in bestimmten Zellen, werden durch das Zerplatzen der Mutterzelle entleert, und schwimmen nun einige Zeit munter im Wasser herum, gleichsam als ob sie mit willkürlicher Bewegung begabt wären, worauf sie sich an irgend einem Gegenstand festsetzen, um daselbst zu keimen oder ohne vorhergegangene Keimung zu Grunde zu gehen. Da die Schwärmsporen mit schwingenden Wimpern besetzt sind, die ihnen als Ruder dienen, auch gewöhnlich rothe Punkte, welche von Oeltröpfchen herrühren, in ihrem Innern zu erkennen sind, so sehen sie kleinen Infusorien, insbesondere Monaden täuschend ähnlich, und sind auch anfangs von Unger, Ehrenberg und Anderen für solche erklärt worden. In neuester Zeit hat man sowol ihre Entstehung im Innern der Algenzellen, als auch das Hervorwachsen neuer Algenindividuen aus den zur Ruhe gesetzten Schwärmsporen vielfach beobachtet, so daß an der Pflanzennatur dieser seltsamen Gebilde nicht mehr gezweifelt werden kann. Dr. Schacht in Berlin, welcher sich lange Zeit mit Beobachtung der Schwärm- oder „Thiersporen", wie sie auch genannt worden sind, beschäftigt hat, entwirft folgende anziehende Schilderung von der Entwickelung der Schwärmsporen von Ulothrix zonata, einer in klaren Bächen wachsenden Fadenalge, von der Fig. 60. ein Stück in vierhundertfacher Vergrößerung darstellt. „Wenn ich die eine oder andere noch nicht entleerte Zelle eines mit Schwärmsporen erfüllten Fadens lange und aufmerksam betrachtete, sah ich die reifen Schwärmsporen sich nach der einen Seite der Zelle drängen, die Zellenwand dieser Seite sich nach außen dehnen, und, immer dünner und dünner werdend, endlich platzen. Der ganze Inhalt, aus 10 bis 30 und mehr Schwärmsporen

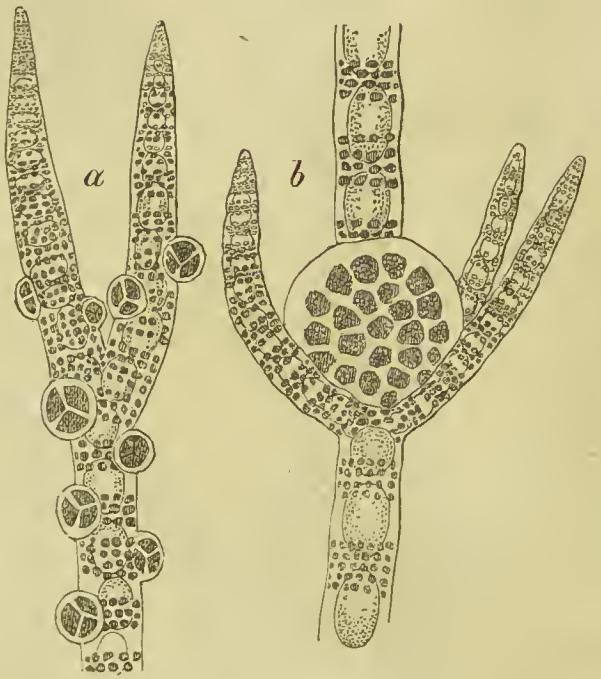


Fig. 59. Blumentange.

bestehend, trat in der Regel in Form eines maulbeerartigen Haufens oder Kranzes aus der Mutterzelle hervor (60. a); seltener entschlüpften die Zellen einzeln dem Risse der Mutterzelle. Die mit einander, wie es scheint, verklebten Schwärmsporen lagen meistens noch ein Weilchen still, dann trennten sich plötzlich mehrere von ihnen, in rascher Bewegung davoneilend, bisweilen ging auch die ganze Masse gleichzeitig nach allen Seiten aus einander. Die Bewegung der Schwärmsporen war nach dem Entschlüpfen am lebhaftesten, ihre Drehung erfolgte in der Regel von rechts nach links, also, da das Mikroskop das Bild umkehrt, in der Wirklichkeit von links nach rechts, die Sporen tanzten lustig neben einander her (60. b). Wenn sich die Schwärmspore mit ihrer Längenaxe wagerecht zeigte, so ging sie rasch, und scheinbar willkürlich, bald nach rechts, bald nach links steuernd, von der Stelle. Die Bewegung der Schwärmsporen dauerte nur kurze Zeit, selten länger als eine halbe oder eine ganze Stunde: die Schwärmspore begann zu keimen. Sobald die Bewegung abnahm, verlängerte sich die Spore; endlich lag sie still. Nicht selten kehrte nach 5 oder 10 Minuten eine zuckende, dem Drehen der sogenannten Unruhe der Taschenuhren ähnliche Bewegung zurück. Die Spore hatte eine längliche, oftmals schwach gekrümmte, bohnenförmige Gestalt angenommen, der grüne Inhalt sich meistens nach der einen Seite gezogen. Sechs bis acht Stunden nach dem Entschlüpfen war aus der anfangs runden, an einem Ende zugespitzten Spore ein kleiner länglicher Faden, vier bis sechs Mal so lang als die Schwärmspore, geworden: das schmälere Ende dieses Fadens bildete das Haftorgan (60. c). Sobald die Keimung begann, waren die Wimpern verschwunden." (Fig. 60. c und d stellt eine Schwärmspore mit ihren Wimpern, d in 1000facher Vergrößerung dar). Das Austreten der Schwärmsporen erfolgt gewöhnlich in den Morgenstunden; ihr Herumschwärmen im Wasser dauert bisweilen kaum eine halbe Stunde, andere Male viele Stunden, ja Tage lang. Die Schwärmsporen entwickeln sich nur bei warmer Witterung; sie veranlassen, da sie immer in großer Anzahl entstehen und sehr schnell keimen, die rasche Vermehrung der mit solchen Sporen begabten Algen im Sommer. Die Samensporen dagegen dienen, gleich den Sporen der Desmidieen, zur Erhaltung der Art, indem sie den Winter über im Schlamme ruhen und erst im Frühling keimen. Die Algen unserer Teiche und die Süßwasseralgen überhaupt sind nämlich sehr vergängliche Gebilde; fast alle gehen, nachdem sie die Sporen hervorgebracht haben, zu Grunde, indem sie in Stücke zerfallen oder

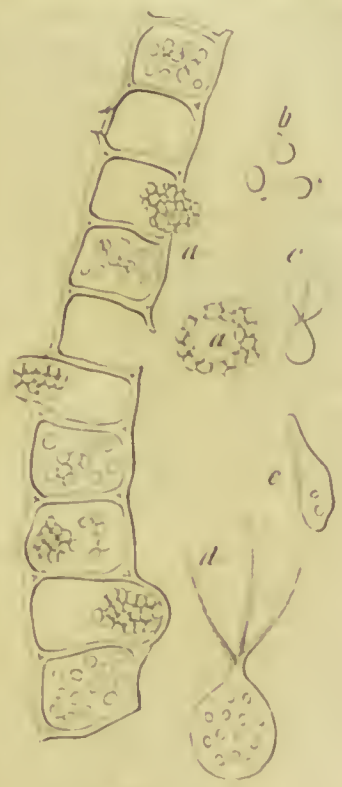


Fig. 60. Schwärmsporen.

zerfließen. Viele werden auch durch den im Spätherbst und Winter eintretenden Frost getödtet. Anders verhält es sich mit den Meeralgen. Diese besitzen vermöge ihres derbern, meist leder- oder knorpelartigen Gewebes eine längere Lebensdauer, ja manche, wie die Riesentange des Südpolarmeeres, erreichen ein Alter von Hunderten von Jahren.

Die Moose.

Eine Schilderung dieser Klasse der Sporengewächse könnte ich mir füglich ersparen, denn wer kennt sie nicht, die zierlichen Pflänzchen, welche in weichen Polstern Baumstämme und Felsen, Strohdächer und Lehmmauern, den Boden der Wälder und die schwankende Oberfläche der braunen Moore bedecken? Da fällt mir aber ein, daß man im Alltagsleben gar Vieles „Moos" nennt, was kein Moos ist, dagegen Anderes, was wirklich zu den Moosen gehört, nicht als solches anerkennen will. Schon oben bei den Flechten bemerkte ich, daß der Laie sämmtliche Strauch- und Bartflechten zu den Moosen zählt, woher die Benennungen isländisches Moos, Rennthiermoos, Bartmoos u. s. w. kommen. Aber auch viele Algen werden fälschlicher Weise Moose genannt, wie das Carragheenmoos, ein Seetang, das Korallenmoos, ebenfalls ein Seealge, und viele andere büschelförmig wachsende Algen, das Veilchenmoos nicht zu vergessen. Der Laie versteht eben unter „Moos" alle kleinen, in Büscheln oder Polstern wachsende Pflanzen, an denen er keine Blüthen wahrnehmen kann. Demgemäß rechnet er zu den Moosen außer jenen Flechten und Algen auch noch verschiedene kleine Bärlappe und selbst Samenpflanzen, wenn sie klein sind, büschelförmig wachsen und zufälliger Weise nicht blühen oder sehr kleine unscheinbare Blüthen besitzen. Ist es nicht so, lieber Leser? — Nun, dann dürfte eine kurze Auseinandersetzung des wissenschaftlichen Begriffes der Moose hier wol am rechten Platze sein.

Die Moose sind der Mehrzahl nach mit Blättern begabte Sporengewächse, und unterscheiden sich schon dadurch von allen Flechten und Algen, bei denen wirkliche Blätter durchaus nicht gefunden werden. Da aber die Natur niemals Sprünge macht, sondern die verschiedenen Abtheilungen, in welche das Pflanzenreich zerfällt, durch Mittelbildungen verknüpft, so giebt es auch eine Anzahl Moose, deren Körper kein beblätterter Stengel, sondern in Form eines gelappten, verschiedenartig gestalteten Laubes ausgebildet ist. Aber auch diese Moose, bei deren Körper sich die Formen der Laubflechten und der häutigen Tange wiederholen, unterscheiden sich von diesen Pflanzen sowol durch eine viel höhere innere Organisation ihres Körpers, als auch durch das Vorhandensein eines doppelten Geschlechtsapparats, durch dessen Zusammenwirkung die Frucht entsteht, welche in ihrem Innern die Sporen entwickelt. Ein solcher doppelter Geschlechtsapparat fehlt keinem Moose, während er bei den Algen, Flechten und Pilzen bis jetzt noch nicht entdeckt worden ist. Auch die Frucht der Moose ist eine viel vollkommnere Bildung, als das, was man bei den Algen, Flechten und Pilzen mit dem Namen

„Frucht" belegt. Sie besteht immer aus einer anfangs geschlossenen Hülle von Zellgewebe, welche sich nach der Reife der Sporen meist in bestimmter Weise öffnet und oft eine große Aehnlichkeit mit Kapselfrüchten der Samenpflanzen hat.

Die Moose zerfallen in zwei große Gruppen, welche man in der Wissenschaft mit den Namen Lebermoose und Laubmoose belegt. Die Lebermoose sind meist sehr zart gebaute und zierlich gestaltete, nicht selten ungemein kleine Pflänzchen von schön grüner, wol auch rötblicher und blaugrüner Farbe, welche an feuchten schattigen Orten, an triefenden Felswänden, an Wasserfällen, an schattigen Baumstämmen, an feuchten, schattigen Erdabhängen u. s. w. büschelförmig beisammen wachsen. Einige finden sich auch in klaren Quellen und rasch fließenden Gebirgsbächen, noch andere frei schwimmend in stehenden Gewässern. Sie unterscheiden sich von den Laubmoosen oder denjenigen Sporengewächsen, welche man im gewöhnlichen Leben vorzugsweise „Moose" zu nennen pflegt, dadurch, daß

Fig. 61. Laubartiges Lebermoos.

Fig. 62. Beblättertes Lebermoos.

ihre Frucht nicht mit einer mützen- oder kappenförmigen Hülle, welche bei der Frucht der Laubmoose fast niemals fehlt, bedeckt ist, sowie daß sich im Innern ihrer Frucht eigentümliche elastische Schlauchzellen, sogenannte „Schleudern", befinden, welche beim Oeffnen der Frucht das Ausstreuen der Sporen bewirken. Dergleichen Organe finden sich in der Frucht der Laubmoose niemals. Zu den Lebermoosen gehören auch die oben erwähnten Moose mit unbeblättertem, laubartigem Körper, Gewächse, welche der Laie wol schwerlich zu den Moosen rechnen dürfte. Fig. 61. stellt ein solches laubartiges Lebermoos in natürlicher Größe, daneben bei a die aufgesprungene Fruchtkapsel mit ihren Schleuderbüscheln an den Spitzen der Klappen schwach, bei b eine einzelne Schleuder mit vier daran haftenden Sporen stark vergrößert dar. Es ist der fettblättrige Ohnnerv (Aneura pinguis), ein an quelligen Orten zwischen nassen Moospolstern häufig vorkommendes Lebermoos mit fettem, dunkelgrünem, leicht zerbrechlichem

Laube. Die Fruchtstiele sind, wie bei allen Lebermosen, sehr zart und blendend weiß, die Kapseln violettbraun, die Schleudern gelblich. Letztere lassen in ihrem Innern ein schraubenförmig gewundenes Band erkennen, was sich auch in den Schleudern fast aller übrigen Lebermoose findet. Manche Schleudern besitzen zwei gegenläufige Spiralbänder (s. Fig. 62. e). Die Kapsel der Lebermoose besteht aus vieleckigen, dickwandigen, mit einem braungefärbten Inhalt erfüllten Zellen und ist anfangs kugelig oder länglichrund (Fig. 62. b. c). Sie öffnet sich bei den meisten Lebermoosen, indem sie sich am Scheitel in vier gleich große Klappen spaltet, die sich sodann kreuzförmig ausbreiten. Seltener bildet sich blos eine von kleinen Zacken (Zähnen) umgebene Oeffnung am Scheitel, noch seltener, blos bei einer einzigen Gattung der laubartigen Lebermoose (bei Grimaldia), ein rundes Loch, indem der oberste Theil der Kapsel in Form eines runden Deckels abspringt. Bei der zu den unvollkommensten laubartigen Lebermoosen gehörenden Gattung Anthoceros endlich besitzt die Kapsel die Form einer Schote und öffnet sich auch, wie eine solche, mit zwei Klappen. Die Schleudern sind bald an der Spitze der Klappen angeheftet (Fig. 61. a), bald an deren Grunde (Fig. 62. d), bald auf deren ganzer Innenfläche. Bei den vollkommneren laubartigen Lebermoosen (den Marchantieen) liegen sie frei unter die Sporen gemischt, und fallen mit diesen beim Aufspringen der Kapsel heraus. Der Fruchtstiel besteht bei der Mehrzahl der Lebermoose aus äußerst zartwandigen, mit farblosem Saft erfüllten, langgestreckten Zellen (Fig. 62. d). Einen ungemein großen Formenreichthum bieten die Blätter der Lebermoose dar. Dieselben stehen immer in zwei Reihen am Stengel und an den Aesten, wie dies aus Fig. 62. a und b zu ersehen ist, welche bei a ein Stämmchen der an glatten Baumstämmen (besonders Buchen und Hainbuchen) wachsenden Radula complanata in natürlicher Größe, bei b einen Theil davon schwach vergrößert darstellt. Die Lebermoosblätter sind aber nicht immer so ganzrandig, wie in Fig.

Fig. 63. Lebermoosblätter.

62, sondern sehr häufig am Rande gezähnt (Fig. 64. I. II.), oder in spitze Zacken und Lappen zerschnitten (Fig. 64. III. IV.), auch wol ganz fein zertheilt (Fig. 63.). Immer aber bestehen sie aus einer einzigen Schicht großer, zartwandiger, vieleckiger, inwendig mit zahlreichen Chlorophyllkörnern erfüllter Zellen. Die ganzrandigen sind häufig am Rande von einer Reihe sehr großer ziemlich viereckiger Zellen eingefaßt (Fig. 64. IV.). Wegen der bedeutenden Größe, der wunderbaren Regelmäßigkeit und der außerordentlichen Zartheit der Zellen

Fig. 64. Lebermoosblätter.

bieten die Lebermoosblätter unter dem Mikroskop einen überraschend schönen Anblick dar, wovon sich der geehrte Leser durch einen Blick auf Fig 63. und 64., wo die Hauptformen der Lebermoosblätter in etwa hundertfacher Linearvergrößerung dargestellt sind, überzeugen wird. Nicht selten sind die Lebermoosblätter zusammengeschlagen, so daß ein jedes aus zwei zusammengewachsenen Lamellen oder Lappen zu bestehen scheint (Fig. 64. I. II.). Dann pflegt

der obere (der Oberseite des niederliegenden Stengels entsprechende) Lappen gewöhnlich größer zu sein, als der untere (Fig. 64. I. II.). Auch finden sich nicht selten sogenannte Nebenblätter, d. h. kleine, gewöhnlich zweilappige oder zerspaltene Blättchen, welche an der untern Seite des Stengels in einer Reihe stehen und zwar immer da an den Stengel angeheftet sind, wo zwei Hauptblätter sitzen (Fig. 64. II. VI.). Weil die Lebermoosblätter blos aus einer einzigen Schicht von Zellen bestehen, und letztere so äußerst zarte Wände besitzen, trocknen sie sehr schnell aus, sobald sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt oder längere Zeit nicht befeuchtet werden. Sie schrumpfen dann zusammen, nehmen eine dunkle Farbe an, und bewirken dadurch, daß die ganze Lebermoospflanze wie verdorrt und todt aussieht. Allein es ist dies blos ein Scheintod, denn sobald ein solches verdorrtes Lebermoos wieder befeuchtet wird, dehnen sich die Zellen der Blätter wieder aus, und binnen wenigen Minuten haben die zarten Blätter sowol ihre ursprüngliche Gestalt und Farbe, als auch ihre Lebensthätigkeit wieder erlangt.

Die Laubmoose besitzen sämmtlich einen beblätterten Stengel, der bald einfach, bald in Aeste zertheilt ist. Sie unterscheiden sich von den ihnen zunächst verwandten, beblätterten Lebermoosen theils durch die viel derberen, dickeren, dabei aber ungleich einförmigeren Blätter, welche im feuchten Zustande meist nach allen Seiten hin gewendet, im Trocknen häufig sichelförmig gekrümmt und blos nach einer Seite gerichtet, höchst selten dagegen zweireihig ausgebreitet sind, theils durch den festen, keineswegs vergänglichen, meist gelb- oder rothbraun gefärbten Fruchtstiel, und durch ihre Kapsel, welche in der Regel die Gestalt einer Büchse besitzt, indem sie sich mittelst eines runden Deckels öffnet und während ihrer Ausbildung ganz oder zum Theil von einer kegelförmig gestalteten Mütze (calyptra) verhüllt zu sein pflegt. Letztere fehlt blos den Torfmoosen (der Gattung Sphagnum), die überhaupt viel Eigenthümlichkeiten darbieten und sich unmittelbar an die beblätterten Lebermoose anschließen. Bei einigen wenigen Laubmoosen springt die Kapsel in 4 bis 8 Klappen auf, bei einigen anderen öffnet sie sich gar nicht, sondern wird durch Verwesung zerstört. Beiderlei Laubmoose bilden die untersten unvollkommensten Gruppen dieser schönen Klasse von Sporenpflanzen. Die Mehrzahl dieser unvollkommenen Laubmoose ist sehr klein, ja einige sind kaum zwei Linien lang, so daß sie nur mittelst der Loupe als Moose erkannt werden können. Sonst sind die Laubmoose im Allgemeinen größer, als die beblätterten Lebermoose, ja im südlichen Südamerika giebt es sogenannte „baumartige Moose", deren aufrecht emporstrebender, unter baumartiger Form auftretender Körper eine Höhe von mehreren Fußen erreicht. Schon bei uns wächst auf moorigen Waldwiesen, auf Gebirgshalden und an quelligen Orten ein Moos häufig, dessen ebenfalls aufrechter Stengel einen Fuß lang wird. Es ist das durch seine mit langen gelbbräunlichen Haaren dicht besetzte Calyptra ausgezeichnete Widerthonmoos (Polytrichum commune), welches, wie fast alle Moose, gesellig lebt und oft große Rasen bildet, die wegen der dicht neben einander stehenden, geraden und mit Blätterquirlen besetzten Stämmchen wie ein Nadelholzwald en miniature aussehen.

Trotz der ungemein großen Menge von Laubmoosen — in Deutschland allein giebt es deren 558 verschiedene Arten — zeigt die Organisation des Körpers der Laubmoose doch eine große Uebereinstimmung, denn mit Ausnahme der oben erwähnten Torfmoose sind Stengel, Aeste, Blätter, Blüthen und Früchte bei allen Laubmoosen wie nach einem Modell gemacht. Aus diesem Grunde genügt es, einige wenige mikroskopische Blicke in das Innere des Laubmooskörpers zu thun, um eine klare Vorstellung von dessen Bau zu gewinnen. Und zwar will ich

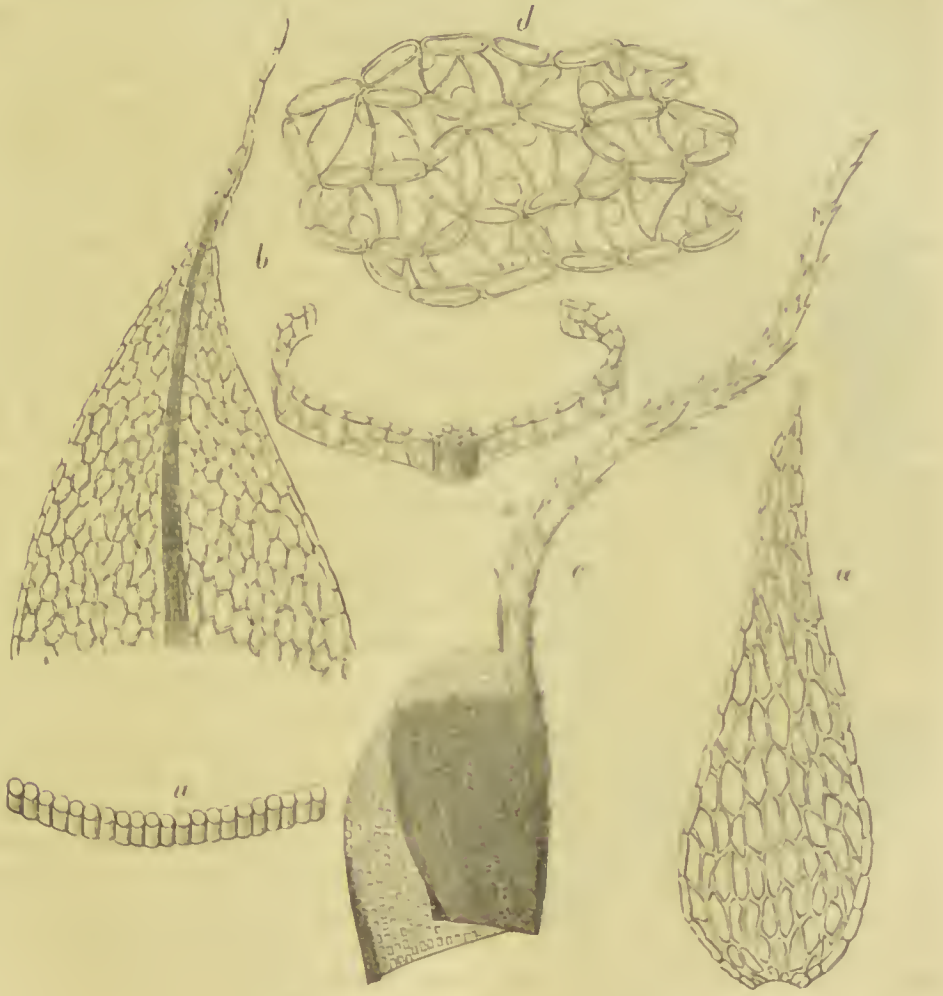


Fig 65. Laubmoosblatter.

den lieben Leser blos einige Blicke in das Innere der Blätter, Blüthen und Früchte thun lassen. Diese Blicke werden den geehrten Leser überzeugen, daß selbst das kleinste, das unscheinbarste Moos unserer Beachtung werth ist, indem es aus einem Zellenbau von wunderbarer Regelmäßigkeit und Schönheit besteht. Wir wenden uns zunächst zu den Blättern der Laubmoose. Diese sind in der

Regel schmal, lanzett- oder pfriemenförmig, spitz, oft in eine feine, weißgefärbte Haarspitze auslaufend, am Grunde in eine den Stengel umfassende Scheide ausgedehnt und entweder mit einem Kiel, d. h. einer auf der Rückseite des Blattes hervortretenden Linie, wol auch bisweilen mit zwei bis drei solchen Linien versehen, oder kiellos. Im letztern Falle besteht das Blatt überall blos aus einer einzigen Schicht von Zellen (Fig. 65. a); wo es dagegen einen Kiel besitzt, da wird letzterer aus einem Bündel über einander liegender kleiner, gestreckter Zellen gebildet (Fig. 65. b). Dieser Kiel oder Nerv, wie man dieses Bündel von langgedehnten Zellen wol auch nennt, erstreckt sich oft über die Spitze des Blattes hinaus, und bildet dann einen haarförmigen Anhang. Bisweilen ist dieser Auswuchs des Kiels als ein zierlich gezähnter Stiel ausgebildet, wie bei den Blättern vieler Arten der schönen Gattung Barbula, welche außerdem durch die kleinen viereckigen, dickwandigen Zellen ausgezeichnet sind, aus denen ihr Gewebe besteht (Fig. 65. c). Ganz eigenthümlich ist die Bildung der Torfmoosblätter. Sie bestehen zwar ebenfalls blos aus einer einzigen Zellenschicht, allein diese ist aus zweierlei ganz verschiedenen Zellen, nämlich aus sehr großen und aus sehr kleinen Zellen zusammengesetzt. Letztere bilden ein förmliches Netz, während die großen einzeln liegen und die Maschen des Netzes einnehmen. Diese großen Zellen sind außerdem inwendig mit einem Spiralbande ausgekleidet und haben durchbrochene Wandungen, indem sich hier und da große runde Löcher in der Zellenwand befinden. In Fig. 65. d ist ein Stückchen eines Torfmoosblattes stark vergrößert abgebildet. Kiele kommen bei diesen Blättern niemals vor. Auch enthalten die Zellen der Torfmoosblätter wenig oder gar kein Chlorophyll, was sich sonst in den Blättern der Laubmoose ebenso häufig findet, wie in denen der Lebermoose. Aus diesem Grunde haben die Torfmoose immer eine bleiche, gelbliche oder hellbräunliche, wol auch rothe Farbe, und daher kommt die braune oder fahle Farbe der Moore, indem deren Oberfläche immer mit einer dicken Decke von Torfmoosen überzogen zu sein pflegt.

Alle Moose sind, wie ich oben bemerkt habe, im Besitz eines doppelten Geschlechtsapparats, durch dessen Zusammenwirken die Frucht erzeugt wird. Man nennt diesen Apparat die Blüthe der Moose, weil er allerdings dieselbe Bestimmung hat, wie die Blüthe der Samenpflanzen. Freilich fehlen der Moosblüthe die bunten Blätter und Hüllen, die wir an den Blumen der Samenpflanzen bewundern, auch sind die Theile der Moosblüthe von einer mikroskopischen Kleinheit. Die wesentlichen Theile sind die sogenannten Antheridien und Archegonien. Antheridien nennt man kleine bald kugelige, bald eiförmige, bald känlenförmige oder längliche, sitzende oder gestielte, inwendig hohle Körper, deren Wand aus zartem Zellgewebe besteht, und deren Inneres eine Menge kleinerer Zellen einschließt, in deren jeder sich ein schraubenförmig aufgerollter Faden befindet. Diese Fäden nennt man Schwärmfäden, weil sie, wenn sie nach dem Aufplatzen des Antheridium und der sie einschließenden Zellen ins Wasser gelangen, gleich den Schwärmsporen der Algen eine Zeit lang lustig darin umherschwimmen. Die Archegonien sind flaschenförmig gestaltete, ebenfalls blos aus zartem Zellgewebe gebildete Organe, an denen man den untern kugelig oder ei-

förmig angeschwollenen Theil, den Bauchtheil, und den obern, stielartigen Theil, den Hals oder Griffel des Archegonium unterscheidet. Letztern durchzieht ein enger Kanal, welcher auf eine große, im Bauchtheile befindliche Zelle, Keimzelle genannt, zuläuft. Dieser Kanal endet an der Spitze des Griffels mit einer trichterförmigen Oeffnung. Man betrachtet die Archegonien als die weiblichen, die Antheridien als die männlichen Organe, und zwar mit Recht, indem durch die Schwärmfäden der Antheridien die Keimzelle des Archegonium befruchtet, d. h. angeregt wird, sich zur Frucht auszubilden. Davon soll weiter unten noch ausführlicher die Rede sein. Außer den Antheridien und Archegonien finden sich in den Moosblüthen noch gegliederte Fäden, Zellenreihen, welche zwischen den eigentlichen Geschlechtsorganen stehen. Man nennt sie Saftfäden (Paraphysen). Fig. 66. stellt verschiedene Blüthen von Laubmoosen in zweihundertfacher Vergrößerung dar. Die Blüthe a enthält Archegonien und Antheridien, getrennt von einander durch Paraphysen und umgeben von breiten zarten Blättern (b, wo ein solches Hüllblatt mit vier Antheridien abgebildet ist). Man nennt eine solche Blüthe eine Zwitterblüthe. Fig. c dagegen zeigt eine weibliche, blos aus einem einzigen Archegonium bestehende, und eine männliche, blos Antheridien enthaltende Blüthe. Beide sind durch Hüllblätter getrennt. d stellt ein befruchtetes Archegonium dar, wo der Bauchtheil bedeutend angeschwollen, der Griffel dagegen im Verwelken begriffen ist. Die Lebermoose besitzen immer blos einlgeschlechtige Blüthen. Die männlichen liegen bei den beblätterten Lebermoosen unter einem Blatte, bei den laubigen in Vertiefungen der obern Fläche des Laubes; die weiblichen Blüthen dagegen befinden sich im Innern großer taschen- oder röhrenförmiger Blattorgane, welche meist an der Spitze der Aeste und Stengel zur Entwickelung gelangen und nach der Ausbildung der Frucht den Fruchtstiel an der Basis als lockere bauchige Scheide umgeben (s. Fig. 61. und 62.). Die Blüthen der Laubmoose stehen bald am Gipfel des Stengels und der Aeste, bald an deren Seite zwischen den Blättern, und sind immer von eigenthümlich geformten Blättern umgeben.

Fig. 66. Moosblüthen.

Während die Blüthentheile aller Laubmoose fast ganz gleichgemäß gebildet sind, bietet die Frucht eine ungemein große Mannigfaltigkeit sowol hinsichtlich

Fig. 67. Laubmoosfrucht.

ihrer äußern Form als in Bezug auf ihren innern Bau dar. Bei den unvollkommensten Laubmoosen erscheint sie als eine rings geschlossene Hohlkugel, die

an ihrem Scheitel in eine kurze stumpfe Spitze ausgezogen ist, auf welcher die Mütze (calyptra) hängt (Fig. 67. a). Letztere ist immer die obere Hälfte des Archegoniums, in welchem die Frucht entstand, indem jene von der rasch sich ausdehnenden Frucht abgerissen und von ihr emporgehoben wird. Nur bei den Torfmoosen (Sphagnum) reißt die obere Hälfte des Archegoniums nicht rings herum ab, sondern das Archegonium spaltet sich, und läßt die Frucht aus seinem Spalte unverhüllt heraustreten. Deshalb besitzen die Früchte der Torfmoose keine Mütze, und ähneln in dieser Hinsicht denen der Lebermoose, bei welchen das Archegonium sich ebenfalls spaltet und als cylindrische Scheide an der Basis des Fruchtstieles stehen bleibt. Die Mütze tritt unter den verschiedenartigsten Formen aus und besteht in der Regel aus einem einzigen, seltener aus mehreren über einander liegenden Schichten zarter Zellen (Fig. 67. b). An ihrer Spitze ist häufig noch der Griffel des Archegoniums zu erkennen. Die Wandung der eigentlichen Frucht besteht bei den „geschlossenfrüchtigen" Moosen ebenfalls blos aus einer einzigen Schicht von Zellen (Fig. 67. c), bei den „deckelfrüchtigen" Moosen dagegen aus mehreren Schichten verschiedenartig geformter Zellen. Im Centrum der Fruchthöhle befindet sich immer ein freistehender oder sich bis an die Decke erstreckender Zellenkörper, das „Mittelsäulchen" genannt (Fig. 67. c c). Bei der großen Mehrzahl der Laubmoose hebt sich der oberste Theil der Frucht als ein runder Deckel ab. Man nennt daher die Frucht dieser Moose sehr richtig „Büchse", denn sie sieht in der That so aus, wie eine Apothekerbüchse, welche mit einem Deckel verschlossen ist. Das Deckelchen ist bald flach oder convex, bald und häufiger in einen stumpfen Buckel oder in eine schnabelförmige und dann nicht selten auf die eine Seite gebogene Spitze ausgezogen (Fig. 67. e), an welcher die Mütze, die in diesem Falle gewöhnlich auf der einen Seite aufgeschlitzt ist, hängt (Fig. 67. d). Das Deckelchen besteht meist auch blos aus einer einzigen Schicht von Zellen mit starkverdickten Wandungen (Fig. 67. i.) und springt von selbst ab, nachdem die Büchse völlig reif geworden ist. Dadurch wird der „Mund" der Büchse, wie man deren Oeffnung nennt, sichtbar. Der Rand des Mundes ist aber selten ganz glatt, gewöhnlich ist er mit einer Anzahl von spitzen Zacken versehen, welche man „Zähne" nennt, und welche zusammen den „Mundbesatz" bilden. Und zwar ist die Zahl der Zähne bei jeder Moosgattung constant, die Grundzahl immer 4. Der Mundbesatz besteht nämlich entweder aus 4, oder aus 8, oder aus 16, oder aus 32, oder aus 64 Zähnen. Viele Moose besitzen auch einen doppelten Mundbesatz, einen äußern, aus stärkeren Zähnen zusammengesetzten, und einen innern, aus schwächeren Zähnen oder sogenannten „Wimpern" bestehenden. Die Zähne sind Reihen von Zellen, die Wimpern dagegen nur Reste zerrissener Zellen. Beiderlei Organe treten unter höchst verschiedenartigen und zum Theil sehr merkwürdigen Formen auf, und haben unter dem Mikroskop ein ungemein zierliches Aussehen. Die Zähne des äußern Mundbesatzes sind immer sehr hygroskopisch, d. h. sie schlagen sich beim Austrocknen zurück und krümmen sich beim Feuchtwerden wieder über den Mund der Büchse. Fig. 67. f zeigt die stark vergrößerte Büchse eines sehr kleinen Mooses mit einem

einfachen, aus 16 Zähnen bestehenden Mundbesatz, dessen Zähne zurückgebogen sind. Bei g erscheint derselbe Mundbesatz in feuchtem Zustande, die Mündung der Büchse schließend. Bisweilen ist jeder Zahn der Länge nach in zwei Schenkel gespalten, z. B. bei der Gattung Dicranum (Fig. 67. h). Eine höchst wunderbare Gestaltung besitzt der Mundbesatz der schönen Gattung Barbula. Derselbe besteht nämlich aus 32 sehr langen wimperförmigen Zähnen, welche spiralförmig zusammengedreht (Fig. 67. k), wol auch in ihrer untern Hälfte zu einer zelligen Membran (l), die bisweilen in seltsamer Weise durchbrochen ist (m), verwachsen sind. Manchmal sind die Zähne und Wimpern des Mundbesatzes auch gänzlich unter sich verwachsen. So erscheint bei Buxbaumia der äußere Mundbesatz als eine zusammenhängende Krone, der innere als eine gefaltete und gedrehte Membran. In der Höhlung der Büchse befindet sich bei allen deckelfrüchtigen Moosen ein zartes Zellensäckchen, der „Sporensack" genannt, welches an der eigentlichen Büchsenwand nur locker anliegt und von dem Mittelsäulchen durchzogen ist (Fig. 67. e). In diesem Sacke entstehen die Sporen, welche auch bis zum Aufspringen der Kapsel darin verschlossen bleiben. Es ließe sich über den Bau der Laubmoosfrucht noch viel Interessantes mittheilen, allein der beschränkte Raum verbietet mir dies. Ich bemerke daher blos noch, daß in dem beigedruckten Holzschnitte 67. die Figuren a, b und c sich auf Phascum patens, d und e auf Gymnostomum curvirostre, f und g auf Weissia viridula, h auf Dicranum heteromallum, i und k auf Barbula rigida, l auf Barb. subulata und m auf Barb. mucronifolia beziehen.

Die Farrn.

Die große schöne Gruppe der Jedermann bekannten Farrn besteht zwar auch noch aus lauter Sporengewächsen, aber aus ungleich vollkommneren, als es die bisher geschilderten sind. Der Farrnkörper ist nämlich ein viel zusammengesetzterer Bau, als selbst der Mooskörper, weil er außer gewöhnlichen Zellen, die unter den verschiedenartigsten Formen auftreten, auch sogenannte „Gefäße" enthält. Darunter versteht man lange Röhren, welche aus Reihen von cylindrischen, über einander gestellten Zellen durch Zerstörung der die Hohlräume der einzelnen Zellen trennenden Wände (der Scheidewände der scheinbar gegliederten Röhre) entstehen und zu Bündeln vereinigt zu sein pflegen. Diese „Gefäßbündel", welche wir weiter unten noch näher kennen lernen werden, verzweigen sich innerhalb des Zellgewebes des Farrnkörpers, besonders in dem Gewebe der blattartigen Zweige, die man in der Wissenschaft „Wedel" nennt, auf das Vielfachste, so daß sie ein förmliches Netz bilden, welches mit dem Adernetz des Thier- und Menschenkörpers große Aehnlichkeit hat. Von einem eben solchen, oft noch viel feinmaschigern Netz von Gefäßbündeln sind auch die Blätter fast aller Samenpflanzen durchzogen, und überhaupt fehlen die Gefäße und Gefäßbündel fast keiner einzigen Samenpflanze. Ja, im Körper der höheren Samenpflanzen erscheinen die Gefäße ungleich vollkommener ausgebildet, als im Farrnkörper. Alle Pflanzen,

welche von Gefäßbündeln durchzogen sind, nennt man „Gefäßpflanzen"; unter ihnen nehmen die Farrn die unterste Stufe ein. Diese treten in unseren Gegenden, wie überhaupt in der ganzen gemäßigten Zone, blos als Kräuter auf, weshalb man auch gewöhnlich von Farrnkräutern reden hört. Dagegen erscheint der Farrnkörper in der heißen Zone häufig als stattlicher Baum von palmenartigem Wuchse ausgebildet, indem auf einem schlanken, astlosen Stamme eine stolze Krone von großen, feinzertheilten Wedeln thront. Auch unter unseren Farrn giebt es einige, welche einen ganz ansehnlichen Stamm besitzen, allein derselbe bleibt immer unter dem Boden verborgen. Dahin gehören der gemeine Wurmfarrn (Aspidium filix mas) und der deutsche Straußfarrn (Struthiopteris germanica). Der Farrnstamm ist inwendig von großen, auf dem Querschnitt meist halbmondförmig gestalteten Gefäßbündeln durchzogen, welche auf dem Querschnitt des Stammes in einen Kreis gestellt erscheinen, und zwar stets so, daß ihre convexe Seite dem innerhalb des Kreises befindlichen, sehr breiten Marke, ihre concave Seite dagegen der Rinde zugekehrt ist. Alles dieses läßt sich mit bloßem Auge erkennen, nicht aber der Bau der Gefäßbündel, des Markes und der Rinde. Ich will mich jedoch hierbei nicht aufhalten, sondern die geehrten Leser lieber einen mikroskopischen Blick in das Gewebe der Wedel thun lassen, weil dasselbe wegen seiner Regelmäßigkeit ein ungleich schöneres Bild gewährt, als dasjenige des Stammes. Ich bemerke nur, daß die Gefäßbündel des Farrnstammes blos sogenannte Ring-, Spiral- und Treppengefäße enthalten (s. unten), und die Zellen, woraus die Rinde und der mittelste Theil des Markes besteht, braun, die übrigen Zellen weiß gefüllt sind. Letztere pflegen sehr reich an Stärkemehl (s. unten) zu sein. Die Wedel bestehen bei unseren Farrnkräutern, wie überhaupt bei der Mehrzahl der Farrn, aus mehreren über einander liegenden Schichten verschieden geformter Zellen, gewöhnlich aus vier. Die obere und untere Fläche eines jeden Wedels ist nämlich zunächst von einer Schicht platter, breiter, tafelartiger Zellen, deren Seitenwände meist schlangenförmig hin- und hergebogen sind und zwischen denen sich hier und da sogenannte „Spaltöffnungen" (s. unten) befinden, überzogen, von einer sogenannten „Oberhaut" (Epidermis). Dazwischen liegen zwei Schichten andersgeformter Zellen, nämlich unmittelbar unter der Oberhaut der obern (dem Himmel zugekehrten) Fläche eine aus kurzen, cylindrischen, eng an einander schließenden, auf die Fläche des Wedels senkrecht gestellten Zellen bestehende Schicht, und zwischen dieser und der untern Oberhaut eine aus kugeligen oder unregelmäßig geformten Zellen locker zusammengesetzte Schicht. In letzterer verlaufen stets die Gefäßbündel, welche innerhalb der Wedel immer sehr regelmäßig und oft sehr zierlich verästelt sind und dem bloßen Auge, wie auch die Gefäßbündel in den Blättern der Samenpflanzen, als vertiefte oder erhabene, und wenn man den Wedel (oder das Blatt) gegen das Licht hält, als durchsichtige helle Linien erscheinen. Diese eigenthümliche Zusammensetzung des Gewebes jener Farrnwedel kann man unter dem Mikroskop nur an zarten senkrecht durch die Wedelfläche geführten Schnitten erkennen, denn jene vier Zellenschichten bilden zusammen ein so dickes Gewebe, daß ein abge-

schnittenes Stückchen eines Wedels unter dem Mikroskop als dunkler (opaker) Gegenstand erscheint, und die Beleuchtung von oben her höchstens noch den Bau der Oberhaut erkennen lassen würde. Anders verhält es sich bei den kleinen, zierlichen Farrnkräutern aus der Gruppe der sogenannten Hautfarrn (Hymenophyllaceae), Farrn, deren Mehrzahl auf den Inseln der südlichen Halbkugel

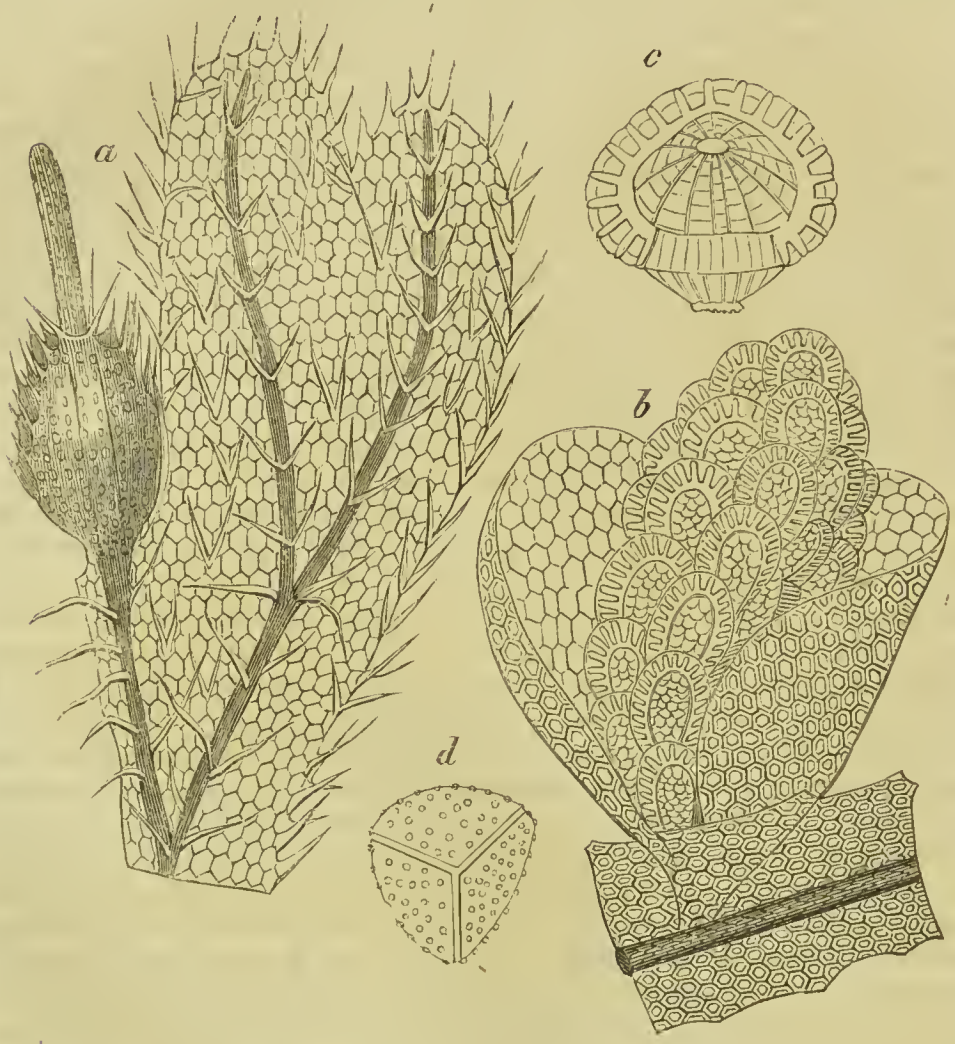


Fig. 68. Farrnwedel.

wächst, von denen jedoch einige Arten auch in Europa, eine (Hymenophyllum thunbridgense) sogar hier und da in Deutschland (z. B. in der sächsischen Schweiz) gefunden wird. Die Wedel dieser Farrn bestehen nämlich gleich dem Körper vieler laubartigen Lebermoose blos aus einer einzigen Schicht von Zellen, in der die Gefäßbündel verlaufen, und da die Zellen immer höchst regelmäßig

gestaltet und wegen ihrer außerordentlichen Zartheit sehr durchsichtig sind, so gewähren diese Wedel bei starker Vergrößerung einen überraschend schönen Anblick, wofür Fig. 68. einen Beweis ablegt, wo bei a die Spitze eines Wedels des in Chile wachsenden Leptocionium dicranotrichum, bei b ein Theil eines Wedels von Hymenophyllum antarcticum aus Neuholland abgebildet ist. Die dunklen Streifen im Zellgewebe beider Wedel sind die Gefäßbündel, die stachelförmigen Organe auf dem Wedel von a Haare, welche meist aus zwei pfriemenförmigen Ausdehnungen oder Ausstülpungen einzelner Zellen der Wedelsubstanz bestehen.

Einen sehr zierlichen Bau besitzen auch die Sporenkapseln oder Früchte der Farrn. Wo aber befinden sich diese? — Der geehrte Leser hat gewiß schon hundert Mal die hellbraunen Punkte und Striche gesehen, welche sich an der untern Fläche ausgewachsener Farrnkrautwedel befinden und zusammen oft zierliche Muster bilden, Dinge, woran er bisher die Farrnkräuter erkannt haben wird, und zwar mit Recht. Nun, jene Punkte, Flecke und Striche sind weiter nichts, als Gruppen von Sporenkapseln, sogenannte Fruchthäufchen (sori). Bei den so eben geschilderten Hautfarrn stehen diese Fruchthäufchen nicht an der untern Fläche, sondern am Rande der Wedel. Und zwar sind hier die Sporenkapseln um einen Stiel gruppirt, welcher nichts Anderes ist, als die Verlängerung eines Gefäßbündels (Fig. 68. a, wo die Kapseln von dem Stiel bereits abgefallen sind). Die Basis des Stiels und des Fruchthaufens, oft auch der ganze Fruchthaufen ist immer von einer eigenthümlichen, bald trichter-, bald becher-, bald glocken-, bald muschelförmigen Blatthülle, Schleier (Indusium) genannt, verhüllt (Fig. 68. a und b). Ein solcher Schleier findet sich auch bei den Fruchthäufchen der meisten übrigen Farrn. Unter den einheimischen besitzt der Wurmfarrn den am auffälligsten gebildeten Schleier. Derselbe hat nämlich die Gestalt eines Schildes, welches den Fruchthaufen von oben her bedeckt. Davon hat auch die sehr große Farrngattung, zu der das genannte Farrnkraut gehört, den Namen Schildfarrn (Aspidium) erhalten. Fig. 69. I b stellt ein von seinem Schleier bedecktes Fruchthäufchen eines ostindischen Schildfarrns stark vergrößert dar. Man sieht, daß der Schleier aus einer einzigen Schicht zarter Zellen besteht. Unter dem Rande des Schildes gucken einzelne Sporenkapseln hervor. Letztere sind ungleich einfacher organisirt, auch viel kleiner, als die Mooskapseln, aber deshalb nicht weniger zierlich und wunderbar. Bei der überwiegenden Mehrheit der Farrn besteht die Wandung der Kapseln aus einer einzigen Schicht unregelmäßiger Zellen, und es ist eine jede Kapsel entweder ganz oder theilweise von einem höchst zierlichen, gegliederten Ringe umgeben, welcher von einer Reihe von Zellen gebildet wird, deren sich berührende Wände stark verdickt, ungleich dicker, als die übrigen sind. Dieser mit einer eigenthümlichen Elasticität begabte Ring, welcher zuletzt dadurch, daß er sich ausstreckt, das Zerreißen der zarten Kapsel bewirkt, umgiebt bei unseren Farrn, wie überhaupt bei der Mehrzahl der Farrn, die Kapsel in senkrechter Richtung und nicht vollständig, indem die Basis der Kapsel gewöhnlich in einen Stiel ausgezogen ist (Fig. 69. I c, II b, III a b). Bei den Baumfarrn der Tropen dagegen ist der Ring vollständig, obwol er ebenfalls

senkrecht steht (Fig. 69. V a b). Die Hautfarrn besitzen ebenfalls einen vollständigen, doch nicht ganz ebenmäßig ausgebildeten Ring, der aber der Quere nach die Kapsel umgiebt (Fig. 68. b c). Ein ähnlicher, nur ganz ebenmäßig gestalteter Ring, jedoch nicht horizontal, sondern schief um die Kapsel laufend, findet sich bei der kleinen Gruppe der Gleicheniaceen, Farrnkräutern der südlichen Halb-

Fig. 69. Farrnkapseln.

kugel (Fig. 69. IV a b). Gewöhnlich ist die Kapsel glatt, seltener mit Haren, unmittelbaren kegelförmigen Ausstülpungen einzelner Zellen, besetzt (Fig. 69. III). Die in der Kapsel enthaltenen, im reifen Zustande meist braunen Sporen besitzen eine sehr verschiedene Form, und bestehen immer aus zwei in einander geschachtelten Hüllen, von denen die äußere gewöhnlich mit körnigen oder stacheligen Her-

vorragungen besetzt zu sein pflegt. Bei den Hautfarn sind die Sporen auf der einen Seite abgerundet, auf der andern dreiseitig-pyramidal (Fig. 68. d), bei unseren und überhaupt bei den meisten übrigen Farrn sind sie meist kugelig oder länglichrund (Fig. 69. I c).

Noch will ich den geehrten Leser auf eine Gattung von Organen aufmerksam machen, welche den Farrn eigenthümlich sind, weil dieselben einen ungemein zierlichen Bau besitzen und, da sie wegen ihrer Kleinheit und Zartheit keine weitere Präparation erfordern, sich für Anfänger zu mikroskopischen Untersuchungen ausnehmend eignen. Es sind dies die sogenannten Spreublättchen, kleine, trockene, bei der Berührung einen raschelnden Ton von sich gebende, hellbraun gefärbte Blättchen oder Schuppen, welche an den Stielen der Wedel, oft auch an deren unterer Fläche stehen und nicht selten den Stiel und die untere Wedelfläche als ein brauner Filz gänzlich überziehen. Fig. 69. I a stellt ein solches Sprenblättchen von einem ostindischen Schildfarn, II a von einem peruanischen Farrn stark vergrößert dar.

Wo aber befinden sich die Geschlechtsorgane der Farrn, oder besitzen diese Gewächse gar keine? — Früher glaubte man dies allerdings, und hielt deshalb die Farrn für unvollkommnere Pflanzen als die Moose, obwol man sich gestehen mußte, daß sie hinsichtlich ihrer innern Organisation weit höher ständen, als jene. Erst der neuesten Zeit war es vorbehalten, den Schleier zu lüften, den die Natur über das Geschlechtsleben der Farrn gebreitet hat. Die keimende Spore entwickelt nämlich nicht unmittelbar den Farrnkörper, sondern zunächst eine provisorische Bildung, einen sogenannten Vorkeim, welcher lediglich aus Zellen besteht und meist die Form eines zweilappigen, fast halbmondförmigen Blättchens hat. Aus diesem Vorkeim, den man lange schon kannte, weil er keineswegs mikroskopisch klein, sondern ziemlich groß ist, wächst nach einiger Zeit der eigentliche Farrnkörper hervor. Im Jahre 1844 entdeckte der Professor Nägeli in Zürich zufällig an der untern, dem Boden aufgedrückten Fläche eines Farrnvorkeims Antheridien, ein Jahr darauf der polnische Graf Leszczyc-Suminsky an derselben Fläche Archegonien. Beiderlei Organe, die später bei allen übrigen Farrnvorkeimen aufgefunden wurden, sind ganz ähnlich gestaltet, wie bei den Moosen, nur viel kleiner. Während nun bei den Moosen aus dem befruchteten Archegonium die Frucht entsteht, wächst bei den Farrn aus dem befruchteten Archegonium — der Farrnkörper hervor. Ebenso verhält es sich bei den Schachtelhalmen (Equiseten), einer den Farrn zunächst stehenden, noch vollkommnern Gruppe der Gefäßsporenpflanzen, sowie auch bei den vollkommensten Sporenpflanzen, den Bärlappgewächsen (Lycopodiaceen). Die Entdeckung der Geschlechtsorgane am Vorkeime der Farrn ist eine der schönsten Errungenschaften, welche die Wissenschaft dem Mikroskope verdankt.

Die Samenpflanzen.

Wollte ich die Samenpflanzen auf dieselbe Weise behandeln, wie die Sporenpflanzen, d. h. eine jede der Gruppen, in welche das Reich der Samenpflanzen

naturgemäß zerfällt, besonders schildern, so würde ich, wenn ich mich auch blos auf das Wichtigste beschränkte, ein ganzes Buch schreiben müssen. Glücklicher Weise besitzen die Samenpflanzen im Allgemeinen so viel Uebereinstimmendes sowol in ihrer äußern Gestaltung als in ihrer innern Organisation, daß eine besondere Schilderung der einzelnen Gruppen und Abtheilungen wenigstens für unsere Zwecke nicht nöthig ist. Denn um eine allgemeine Vorstellung von dem innern Bau der Samenpflanzen zu gewinnen, genügt es, die verschiedenen Arten von Zellgewebe kennen zu lernen, aus denen der Pflanzenkörper fast in allen Abtheilungen jener Gewächse zusammengesetzt ist, sowie die Art und Weise, wie diese Gewebe in dem Pflanzenkörper vertheilt sind. Da nun aber die Verschiedenheit jener Gewebe nicht allein in einem verschiedenartigen Lebenszwecke, in einer verschiedenartigen Thätigkeit besteht, sondern auch auf einer höchst verschiedenartigen Gestaltung der Zellen beruht, diese aber wiederum ihren Grund in der verschiedenartigen Entwickelungsweise der einzelnen Zellen, aus denen die Gewebe zusammengesetzt sind, ihren Grund hat, so muß ich den geehrten Leser zunächst mit der Zelle der höhern Pflanze, ihrer Bildungsweise und ihrem Leben näher bekannt machen.

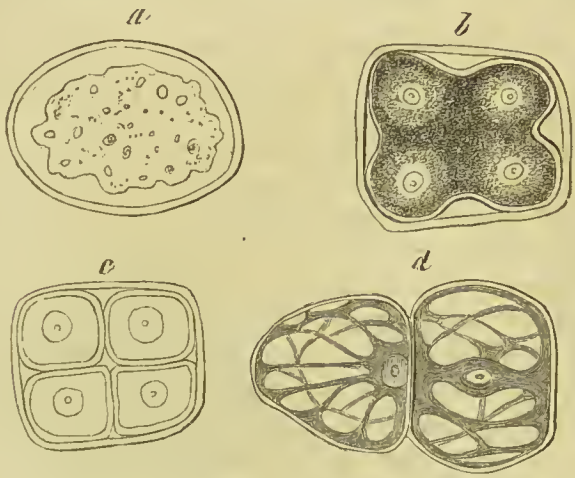


Fig. 70. Die Pflanzenzelle und ihre Entwickelung.

Eine jede der zahllosen Zellen, aus denen der Körper irgend einer Samenpflanze zusammengesetzt ist, besteht in ihrer Jugend, nachdem sie eben fertig geworden ist, aus zwei verschiedenen in einander geschachtelten und fest in und an einander geschmiegten Säcken oder Schläuchen, einem äußern, der eigentlichen Zellenhaut oder Zellenmembran, und einem innern, dem sogenannten Primordialschlauch. Die Zellenhaut ist in der Regel aus einem feinfaserigen Stoffe, dem pflanzlichen Zellstoffe (Cellulose) gebildet, welcher aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, und fest, wenn auch gewöhnlich nur von geringer Härte ist. Der Primordialschlauch dagegen hat eine gallertartige Beschaffenheit, und enthält außer den genannten drei Grundstoffen aller pflanzlichen Substanzen auch noch Stickstoff. Für's Gewöhnliche ist der Primordialschlauch der Zellenhaut so innig angeschmiegt, daß man ihn selbst bei Anwendung sehr starker Vergrößerungen nicht wahrnehmen kann. Er läßt sich aber leicht sichtbar machen, wenn man die junge Zelle eine Zeit lang in reinen Weingeist (Alkohol) thut, indem er sich dann zusammenzieht,

und von der eigentlichen Zellenwand lostrennt, worauf er wie eine unregelmäßig zusammengefaltete Blase aussieht, in deren Innern sich der ganze Inhalt der Zelle befindet. Fig. 70 a zeigt eine junge, mit Alkohol behandelte Zelle und in derselben den zusammengezogenen Primordialschlauch. Dieser Primordialschlauch spielt sowol bei der Neubildung von Zellen als bei der Ausbildung der jungen Zellen und während des ganzen Lebens einer jeden Zelle eine ungemein wichtige Rolle. Wir werden zunächst seine Thätigkeit bei der Neubildung von Zellen kennen lernen. Die Zellen der Samenpflanzen entstehen blos im Innern bereits vorhandener Zellen, welche man *Mutterzellen* nennt. Eine jede solche Zelle ist Anfangs aus einem zähflüssigen, viel Stickstoff enthaltenden Schleime, dem sogenannten *Protoplasma*, erfüllt. Sollen nun neue Zellen gebildet werden, so entstehen gewöhnlich zunächst so viele sogenannte *Zellenkerne*, als Zellen werden sollen, d. h. es ballt sich das Protoplasma an einzelnen Stellen im Hohlraume der Mutterzelle zu einem kleinen, festen, scharf umschriebenen Körper zusammen. Nachdem dies geschehen ist, beginnt der Primordialschlauch der Mutterzelle sich an den Stellen, welche den Zwischenräumen zwischen je zwei Zellenkernen entsprechen, loszulösen und in Form von Falten nach dem Mittelpunkte der Zelle hineinzustülpen (Fig. 70. b). Endlich stoßen diese Einstülpungen des Primordialschlauches zusammen, verwachsen mit einander und ein jeder Zellenkern ist nun von einer rings geschlossenen Hülle, die aus einem Theile des Primordialschlauches der Mutterzelle besteht, umgeben, oder, mit anderen Worten, der ursprünglich einfache Primordialschlauch der Mutterzelle hat sich in mehrere Primordialschläuche (Tochterprimordialschläuche) verwandelt. Diese brauchen sich nun blos noch von einander abzulösen, und mehrere neue Zellen sind fertig (Fig. 70. c). Eine jede solche „Tochterzelle" besteht jetzt blos aus einem Primordialschlauche, und weil eben dieses Organ stets die erste Umhüllung einer jungen Zelle bildet, hat es seinen Namen (ursprünglicher- oder Urschlauch) erhalten. Aber dieser unvollkommene Zustand der jungen Zelle dauert nicht lange, denn kaum hat sich ein Zellenkern mit einem Primordialschlauch umgeben, so beginnt auch von der Außenfläche des letztern eine Ausscheidung von Zellstoff, deren Endresultat die Bildung einer zarten Lage von Zellstoff rings um den Primordialschlauch herum, d. h. die Bildung der eigentlichen Zellhaut ist. Die feste Umhüllung der Zelle wird also vom Primordialschlauche ausgeschieden; ohne diesen würde die Bildung der Zellenmembran unmöglich sein. Sobald die Tochterzelle fertig ist, beginnt sie zu wachsen, d. h. sich auszudehnen, und dies geschieht wiederum durch die Ernährung ihrer jugendlichen Membran Seitens des Primordialschlauches, welcher fort und fort neuen Zellstoff auf die Innenfläche der zuerst abgesonderten Zellenmembran (der *primären* Zellhaut) ablagert. Sind, wie gewöhnlich, mehrere Tochterzellen in einer Mutterzelle entstanden, so wird durch deren Ausdehnung in der Regel die Zersprengung der Mutterzelle bewirkt, und sodann die zerrissene Haut der Mutterzelle aufgelöst. In den nunmehr frei gewordenen Tochterzellen entstehen wieder neue, und so kann binnen kurzer Zeit aus wenigen Mutterzellen ein ganzes großes Gewebe, ein ganzer Pflanzentheil,

ein Blatt, eine Knospe hervorgehen. Während sich aber die neu geschaffenen Zellen ausdehnen, gehen sowol in ihrem Innern, als mit ihrer festen Wand merkwürdige Veränderungen vor.

Sehr bald, nachdem die Zelle fertig geworden ist, beginnt nämlich in ihrem Innern ein Strömen des Protoplasma, welches vom Zellenkern, der sich mittlerweile gewöhnlich an die Wand angelegt hat, ausgeht, sich durch den Hohlraum der Zelle erstreckt und wieder zum Zellenkern zurückkehrt. Und zwar ist es nicht ein einfacher Strom, sondern das Protoplasma in eine Menge kleiner Strömchen getheilt, welche sich netzförmig mit einander vereinigen und ihre Lage jeden Augenblick verändern (Fig. 70. d). Dieses wunderbare Strömen des Protoplasma, welches unter dem Mikroskop einen höchst interessanten Anblick gewährt, wird durch die Aufnahme von Wasser aus den benachbarten Zellen bewirkt, in Folge dessen im Mittelpunkte der jungen Zelle der wässerige Zellsaft entsteht, welcher nun in das Protoplasma eindringt, dieses in einzelne Strömchen sondert, es allmählich immer mehr verdrängt und zuletzt den ganzen Zellenraum einnimmt. Wie kann aber Wasser in die Zelle kommen, wenn die Zellenmembran ein rings geschlossener Schlauch ist? Weil die Membran der Pflanzenzelle das merkwürdige Vermögen besitzt, Flüssigkeiten und Gase auf der einen Seite aufzusaugen, in sich aufzunehmen und auf der andern Seite unverändert wieder von sich zu geben, eine Eigenschaft, welche die Pflanzenzelle mit der Thierzelle gemein hat und durch welche der ununterbrochene, zur Ernährung und zum Wachsthum des Pflanzen- und Thierkörpers unentbehrliche Stoffwechsel im Innern des Pflanzen- und Thierkörpers möglich wird. Was aber wird aus dem Protoplasma? Das allmähliche Verschwinden dieser Substanz ist allerdings noch nicht hinreichend erklärt. Entweder wird das Protoplasma durch den eingedrungenen Zellsaft aufgelöst, oder es wird von dem Primordial-

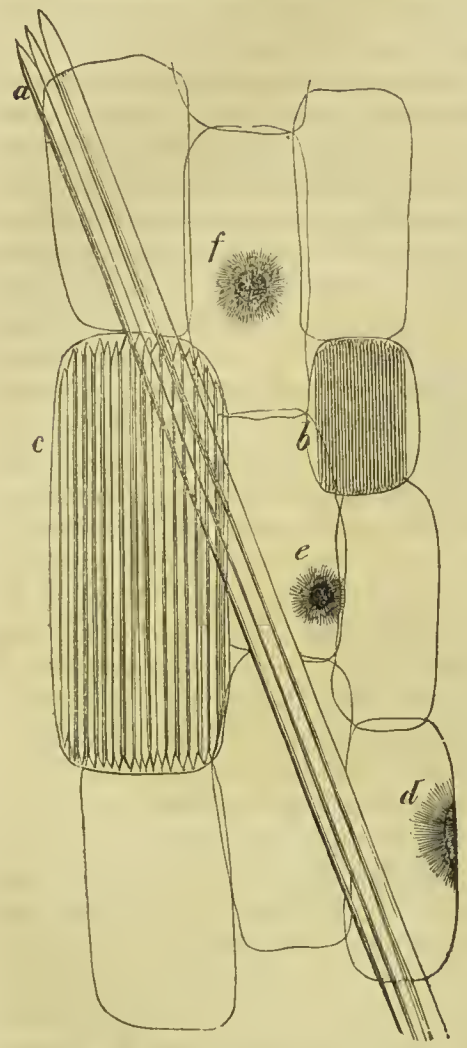


Fig. 71. Krystalle in Pflanzenzellen.

schlauch aufgesaugt und, durch denselben vielleicht in Zellstoff umgewandelt, in dieser Form an der äußern Seite des Primordialschlauchs wieder ausgeschieden und auf die primäre Zellenhaut abgelagert. Nach der Bildung des Zellsaftes entstehen nun im Innern der Zelle durch deren Lebensthätigkeit neue Stoffe, die je nach der Lage und der Bestimmung des Gewebes, dem die Zelle angehört, verschieden sind, sowol flüssige als feste. Unter letzteren verdienen besonders dreierlei Stoffe eine Erwähnung, nämlich die Stärkemehlkörner, die Pflanzengrün- oder Chlorophyllkörner und die Krystalle von Salzen. Von den Chlorophyllkörnern ist bereits oben die Rede gewesen; dieselben finden sich bei den Samenpflanzen vorzüglich in den äußeren, der Oberfläche der Pflanze zunächst liegenden Zellenschichten, am häufigsten im Gewebe der Blätter. Die Krystalle beobachtet man am häufigsten am Gewebe der Rinde und des Markes

Fig. 72. Stärkemehlkörner.

bei saftigen Pflanzen, auch im Gewebe saftiger, fleischiger Blätter und Früchte. Sie bestehen in der Regel aus oxalsaurem Kalke, seltener aus äpfelsaurem, weinsaurem und anderem Kalke oder anderen Salzen, und sind natürlich außerordentlich klein. Die Krystalle des oxalsauren Kalks haben gewöhnlich die Form feiner Nadeln, und kommen zu Bündeln vereinigt vor. Fig. 71. stellt eine Partie Zellen mit Krystallbündeln aus der Meerzwiebel dar, davon einige sehr stark vergrößert. Viel häufiger als Krystalle findet man Stärkemehlkörner in den Pflanzenzellen, am häufigsten wieder im Marke, in der Rinde, in fleischigen Knollen, Zwiebeln, Wurzeln und Früchten. Diese Stärkemehlkörner haben eine sehr verschiedene Form, wie die in Fig. 72. gegebene Musterkarte beweist, die noch lange nicht alle Formen der Stärkemehlkörner enthält. Man muß im Allgemeinen zwei Hauptformen unterscheiden, nämlich einfache und zusammengesetzte Stärkemehlkörner. Die einfachen sind bald rundlich, bald unregel-

mäßig eckig, bald stabförmig, bestehen aber fast immer aus vielen, gleich den Schalen einer Zwiebel in einander geschachtelten Häuten oder Schläuchen. Die Grenzlinien dieser Schläuche erscheinen unter dem Mikroskop als feine Linien, weshalb ein jedes Stärkemehlkorn wie eine aus concentrischen Kreisen oder krummen Linien zusammengesetzte Scheibe aussieht. Das Merkwürdigste dabei ist, daß der innerste Kreis, d. h. das innerste Säckchen, welches oft nur als ein Punkt erscheint, niemals in der Mitte des Stärkemehlkornes liegt, sondern in der Nähe von dessen Rande. Die zusammengesetzten Stärkekörner bestehen aus einer bestimmten Anzahl mit einander verklebter Stärkekörnchen. Fig. 72. zeigt bei a, b, c einfache Stärkekörner aus der Bohne, bei d. Stärkekörner aus der Kartoffel, bei e solche aus der Galgantwurzel, bei f zusammengesetzte aus der Sassaparillwurzel. Letztere lassen aberniemals eine concentrische Schichtung erkennen, sondern blos eine centrale Höhlung; häufig fehlt auch diese und die Körnchen bestehen durch und durch aus einer gleichartigen Masse. Die Stärkemehlkörner bilden die Grundlage des Mehles, und sind daher für den Menschen von größter Wichtigkeit.

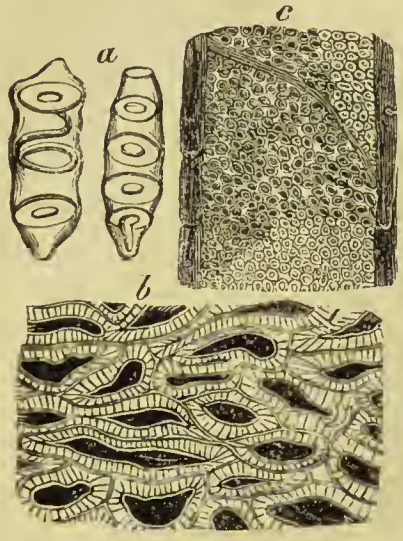


Fig. 73. Ring-, Spiral- und poröse Zellen.

Während diese Bildung neuer Stoffe, die so lange anhält, als die Zelle lebt, d. h. als ihr Primordialschlauch vorhanden und ihre Höhlung mit Flüssigkeit erfüllt ist, im Innern der Zelle vor sich geht, erleidet auch die Zellenmembran merkwürdige Umgestaltungen. Nach vollendeteter Ausbildung der primären Zellenhaut sondert nämlich der Primordialschlauch nicht mehr an allen Punkten seiner äußern Oberfläche neuen Zellstoff aus, sondern blos an bestimmten Punkten. Die Folge davon ist, daß dieser neue abgesonderte Zellstoff keine zusammenhängende Schicht, wie die primäre Zellenhaut bildet, sondern eine durch verschieden gestaltete Zwischenräume unterbrochene Haut, die bald ein netzförmiges, bald ein siebartig durchlöchertes Ansehen hat. Ja, häufig ist diese innere oder zweite (secundäre) Haut der Zellenwand, welche man auch die Verdickungsschicht nennt, in Form von schraubenförmig gewundenen Fasern oder Bändern (Spiralfasern) oder gar blos in Form einzelner horizontal gestellter Ringe ausgebildet. Da nun die primäre Zellenmembran außerordentlich zart und deshalb ganz durchsichtig ist, so schimmert, wenn man die Zelle unter dem Mikroskop betrachtet, die Form der secundären Membran hindurch, und es erscheinen die Löcher und Spalten der letzteren, weil sie nach außen zu blos durch die zarte wasserhelle primäre Membran verschlossen sind, als Löcher und Spalten der ganzen Zellenwand. In der That hat man sich lange durch das mikroskopische Bild täuschen lassen, und jene Oeffnungen in der Verdickungsschicht für wirkliche Löcher, Spalten u. s. w. der Zel-

lenmembran gehalten, und aus jener Zeit stammt der noch immer gebräuchliche Name poröse Zellen (durchlöcherte Zellen), mit welchem man die mit siebartig durchlöcherter Verdickungsschicht begabten Zellen belegt. Die mit Spiral- und Ringfasern ausgekleideten Zellen nennt man sehr richtig Spiral- und Ringfaserzellen. Fig. 73. zeigt bei a eine Ring- und eine Spiralfaserzelle aus dem Gewebe der indianischen Feige (Opuntia vulgaris), bei b eine Portion quer durchschnittener poröser Zellen aus der harten Schale der Haselnuß. Noch muß ich bemerken, daß die Ablagerung der Verdickungsschicht nicht auf einmal, sondern periodisch, d. h. mit Unterbrechungen geschieht. Aus diesem Grunde besteht eine jede secundäre Zellenhaut der Verdickungsschicht aus dünnen, über einander gelegten Häuten oder Platten. Bei sehr dickwandigen, d. h. sehr stark verdickten Zellen, wo die innere Höhlung oft fast kaum mehr zu erkennen ist, hat man bis 50 und mehr über einander liegende Platten gezählt. Fig. 80. a zeigt drei solche Zellen im Querschnitt, sogenannte Bastzellen aus dem Stamm der Wachsblume (Hoya carnosa). Die Kanäle oder Röhren, welche sich aus der Höhlung der Zelle durch die Verdickungsschichten hindurch erstrecken und sich zum Theil verzweigen, entstehen dadurch, daß die Löcher der einzelnen Schichten genau über einander zu liegen kommen. Von außen (von der Fläche) gesehen würden diese Zellen porös oder, wie man sich jetzt richtiger auszudrücken pflegt, „getüpfelt" (gefleckt) erscheinen. Jene Kanäle oder Röhren in den Verdickungsschichten nennt man Poren- oder Tüpfelkanäle. Es ist nun eine sehr merkwürdige Erscheinung, daß, wo solche getüpfelte Zellen in Menge beisammen vorkommen, die Tüpfelkanäle der neben einander liegenden Zellen auf einander zulaufen, wie man dies in Fig. 80. a und auch in Fig. 73. 2 deutlich sieht. Daß dieses nicht ein bloses Spiel des Zufalls sein kann, versteht sich von selbst, denn die Natur thut nichts zwecklos. Jedenfalls haben die Tüpfelkanäle die Bestimmung, den Durchgang von Flüssigkeiten durch die Zellenwände zu erleichtern, und desbalb müssen natürlich die Tüpfelkanäle der einen Zelle auf diejenigen der benachbarten zulaufen. Die Verdickung der

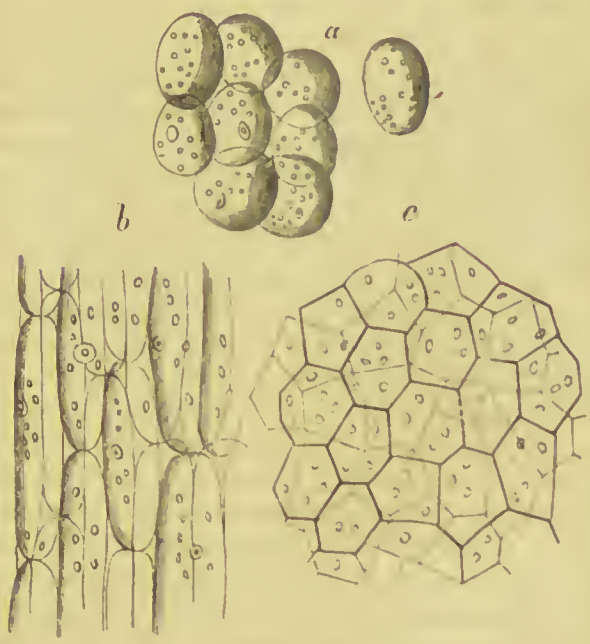


Fig. 74. Zellenformen.

Zellenwand selbst kann keinen andern Zweck haben, als der Zelle mehr Festigkeit und Steifigkeit zu geben. In der That findet man die am stärksten verdickten Zellen immer in Geweben von großer Festigkeit und Härte, wie im Holz, und namentlich in den steinharten Schalen der Nüsse, der Kirsch-, Pfirsich-, Aprikosen-, Pflaumenkerne und anderer Kerne von Steinfrüchten, in dem hornartigen Kern vieler Palmensamen u. s. w. So hat die Natur es durch eine sehr einfache Einrichtung möglich zu machen gewußt, einer Zelle einen bedeutenden Grad von Härte und Festigkeit zu geben, und sie auch gleichzeitig zur Aufnahme und Ausscheidung von Flüssigkeiten zu befähigen.

Während der Ausbildung der Zelle ändert sich nun aber auch ihre äußere Form. Durch den Druck nämlich, den die gleichzeitig entstandenen Zellen in Folge der Ausdehnung ihrer Membran auf einander gegenseitig ausüben, muß die ursprüngliche Gestalt der Zelle, die in den meisten Fällen eine kugelige sein wird, bedeutend verändert werden. Je nachdem nun die Zellen vom Anfange an sich mehr oder weniger innig berührten, je nachdem die Ausdehnung ihrer Haut nach allen Seiten oder blos nach zwei Seiten hin erfolgt, und je nachdem sie an allen oder blos an einzelnen Punkten der Zelle vor sich geht, werden höchst verschiedene Formen von Zellen und Zellgewebe entstehen. Fig. 74. (s. umstehend) zeigt drei Formen von zu Gewebe vereinigten Zellen, kugelige (a), gestreckte, aber sich noch locker berührende und deshalb mit gebogenen Flächen ausgebildete (b) und vieleckige (polyedrische) mit durch den gegenseitigen Druck abgeplattete Flächen (c). Durch ungleichmäßige, blos an einzelnen Stellen der Zellenmembran erfolgende Ausdehnung der letztern können unter Umständen sternförmig oder ganz unregelmäßig verzweigte Zellen entstehen. Sehr regelmäßig sternförmiges Zellgewebe findet sich in den Scheidewänden, welche die hohlen Stengel der Binsen und anderer Wasserpflanzen inwendig in Fächer abtheilen. Fig. 75. a stellt ein Stückchen eines solchen Gewebes dar. Mit diesem wirklich sternförmigen Zellgewebe darf das sternförmig erscheinende Gewebe nicht verwechselt werden, aus dem bisweilen harte Samenkerne bestehen, wie z. B. das in Fig. 75. b abgebildete Gewebe aus dem elfenbeinartigen Samenkern von Phytelephas, einem palmenartigen Gewächse Südamerika's. Hier nämlich sind eckige, sehr dickwandige Zellen mit von der Zellenhöhle strahlenartig auslaufenden Porenkanälen vorhanden.

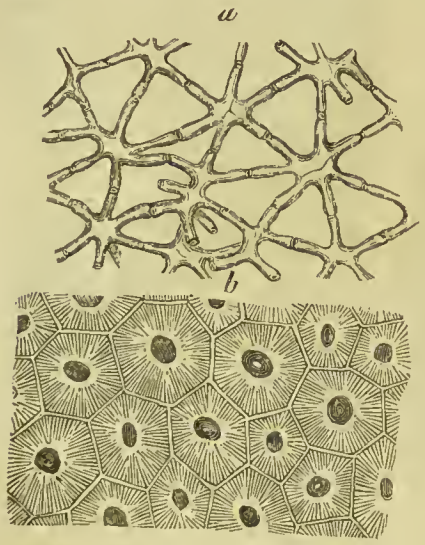


Fig. 75. Sternförmiges Zellgewebe.

Eine besondere Form von Zellen oder richtiger Zellenvereinen sind die bereits oben S. 122 erwähnten Gefäße. Da sie aus Reihen über einander gestellter Zellen entstehen, so müssen ihre Wandungen ganz denselben Bau besitzen,

wie die Wände der ursprünglichen Zellen, und da letztere entweder Ring-, oder Spiralfaser- oder getüpfelte Zellen sind, so muß es auch Ring-, Spiral- und getüpfelte oder poröse Gefäße geben. In Fig. 76. bis 78. sind die am häufigsten vorkommenden Formen der Gefäße abgebildet, nämlich in Fig. 76. bei a zwei an einander geschmiegte Spiralgefäße, von denen das eine mit einer einzigen, das andere mit zwei gegenläufigen Spiralfasern ausgekleidet ist, bei b ein Ringgefäß, in Fig. 77. bei a zwei poröse oder getüpfelte Gefäße mit länglichen Tüpfeln, bei b zwei sogenannte Treppengefäße mit horizontalen, gleich den Stufen einer Treppe oder den Sprossen einer Leiter über einander gestellten spaltenförmigen Tüpfeln, in Fig. 78. bei a ein sogenanntes punktirtes Gefäß aus Eichenholz mit runden Tüpfeln und bei b ein sogenanntes, ebenfalls mit runden

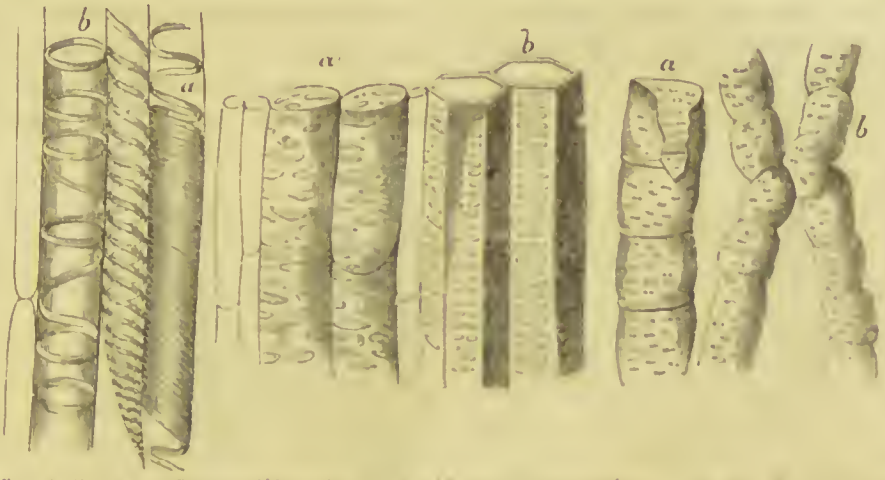


Fig. 76. Ring und Spiralgefäße. Fig. 77. Poröse und Treppengefäße. Fig. 78. Punktirte und rosenkranzförmige Gefäße.

Tüpfeln versehenes, rosenkranzförmiges Gefäß aus einem Stengelknoten der Gartenbalsamine. Bei den beiden letzten Gefäßformen ist die Entstehung aus Zellenreihen deutlich zu erkennen. Auch sind in den rosenkranzförmigen und punktirten, wie überhaupt in den getüpfelten Gefäßen nicht selten einzelne der ursprünglichen Scheidewände theilweise erhalten, indem die gewöhnlich schief gestellten Scheidewände entweder blos von einem großen Loche (bei den eigentlichen getüpfelten Gefäßen) oder von leiterförmig gestellten Spalten (bei den Treppengefäßen) durchbrochen sind. Fig. 73. c stellt ein Stück eines getüpfelten Gefäßes im senkrechten Durchschnitt mit der Spur einer schief verlaufenden Scheidewand stark vergrößert dar. Die Gefäße kommen niemals einzeln, sondern immer zu cylindrischen Bündeln vereinigt, im Pflanzenkörper vor. Auch bestehen diese Gefäßbündel in der Regel nicht blos aus Gefäßen, sondern es nehmen oft auch andere einfache Zellen an deren Bildung Theil. Es sind das die Holz-, Bast- und ganz besonders die sogenannten Cambiumzellen. Letztere sind gestreckte, cylindrische oder kantige zartwandige Zellen, welche bald mit wagerechten, bald

mit schiefen Grundflächen reihenweise über einander stehen, und bald das Gefäßbündel umgeben, bald sich in der Mitte desselben, wol auch zwischen den einzelnen Gefäßen befinden. Anfangs besteht ein jedes Gefäßbündel blos aus solchen Cambiumzellen, nach und nach aber verwandeln sich einzelne Reihen derselben in Gefäße, andere in Bast- und Holzzellen, welche im Innern der Cambiumzellen durch Theilung von deren Primordialschlauch entstehen, während noch andere Reihen unverändert bleiben. Fig. 79. a stellt einen kleinen Theil eines der Länge nach durchschnittenen Gefäßbündels mit Spiral- und Treppengefäßen dar, welches rechts von einer Schicht von Holzzellen eingefaßt ist. Die Doppelringe in der Mitte sind Reste durchschnittener Holzzellen (s. unten). Die Gefäßbündel verzweigen sich vielfältig, besonders in den Blättern, und bilden in jeder Gefäßpflanze ein zusammenhangendes System (Gefäßsystem), welches den Körper der Pflanzen von den untersten Wurzelspitzen bis zu den höchsten Blättern durchzieht. In dieser Hinsicht haben die Gefäßbündel eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den Blutgefäßen des Thierkörpers, und diese Aehnlichkeit ist die Ursache gewesen, daß man jene zelligen Röhren im Pflanzengewebe „Gefäße" genannt, ja sogar für

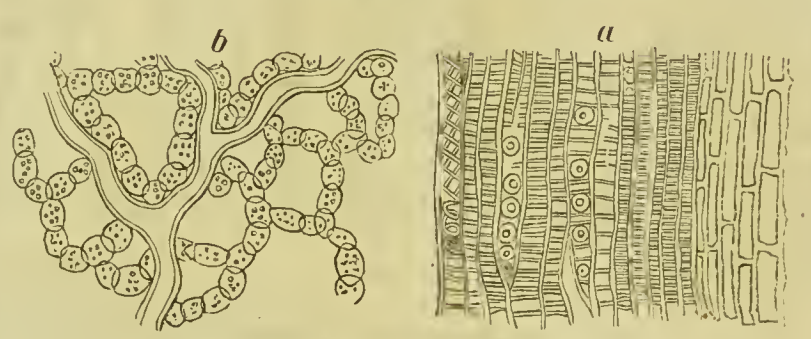


Fig. 79. Gefäßbündel und Milchgefäß.

gleichbedeutend mit den Adern der Thiere gehalten hat, indem man glaubte, daß sie den Nahrungsstoff fortleiteten. Die neueren Forschungen haben die Irrigkeit jener Annahme bewiesen, indem man fand, daß die Gefäße blos in ihrer Jugend Saft führen, später aber und sehr bald mit Luft erfüllt sind. Wol aber hat sich aus jenen Forschungen ergeben, daß, wenn nicht die Gefäße, so doch die Gefäßbündel eine ganz ähnliche Rolle im Pflanzenkörper spielen, wie die Adern im Thierkörper, daß sie nämlich den Nahrungssaft von den Wurzeln bis in die Blätter leiten, wo er durch die Berührung mit der von außen eingedrungenen Luft eine ähnliche Umwandlung erleidet, wie das Blut der Thiere und des Menschen in den Lungen. Wie dies möglich sei, soll der geehrte Leser bald hören. Die den Nahrungssaft vorzugsweise fortleitenden Theile der Gefäßbündel scheinen die aus unverändert gebliebenen Cambiumzellen zusammengesetzten zu sein. In der Jugend aber betheiligen sich auch die eigentlichen Gefäße an der Fortführung des Saftes.

Mit den Gefäßen dürfen nicht die sogenannten Milchgefäße verwechselt

werden. Es sind dies einfache, aber in Form vielfach verzweigter Röhren ausgebildete, sehr zartwandige Zellen, welche eine meist milchweiße, seltner gelb oder roth gefärbte Flüssigkeit enthalten und bei vielen Pflanzen vorzüglich in der Rinde gefunden werden. Fig. 79. b zeigt einen Theil eines senkrecht durchschnittenen Milchgefäßes, welches sich vielfach verzweigt durch ein sehr lockeres, aus netzförmig verbundenen Reihen kugeliger Zellen bestehendes Gewebe erstreckt. Ein jedes Milchgefäß bildet einen in sich abgeschlossenen Raum. Die einzelnen Milchgefäße stehen also nicht mit einander in Verbindung, und können daher auch nicht den Milchsaft durch den Pflanzenkörper leiten, wie früher manche Forscher annahmen. Die eigentliche Bestimmung dieser merkwürdigen Zellen ist noch ebenso unklar, wie diejenige der Bastzellen, welche am häufigsten bündelweise in und unter der Rinde vorzukommen pflegen und gewöhnlich als lange, oft sehr lange, biegsame, dickwandige, oben und unten fein zugespitzte Schläuche mit porösen Verdickungsschichten ausgebildet sind (s. Fig. 80. a). Zu diesen Bastzellen gehören

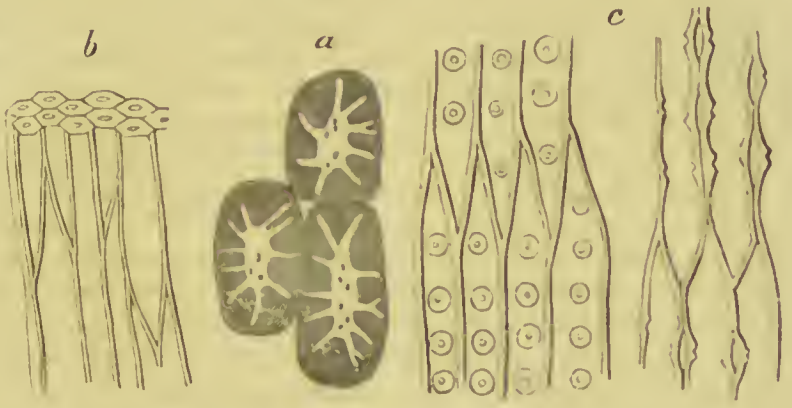


Fig. 80. Holz- und Bastzellen.

auch die langen biegsamen zum Weben tauglichen Fasern des Leines, des Hanfes, der Nessel und anderer Pflanzen. Dagegen ist die Baumwollenfaser keine Bastzelle, sondern ein Haargebilde (s. unten). Die neuesten Untersuchungen haben dargethan, daß die Milchgefäße weiter nichts, als eine besondere Form von Bastzellen sind; beiderlei Zellen entstehen in Cambiumzellen.

Die Holzzellen, welche, wie ich vorhin bemerkte, sehr häufig an der Bildung der Gefäßbündel Theil nehmen und den Hauptbestandtheil des Holzes unserer Bäume ausmachen, bei den Nadelbäumen sogar das Holz lediglich zusammensetzen, sind langgestreckte, eckige, dickwandige, steife und harte Zellen, welche an beiden Enden spitz zulaufen und daher, wo sie zu Geweben vereinigt sind, wie in einander gekeilt aussehen (Fig. 80. b). Die Verdickungsschichten der Holzzellen besitzen fast immer Porenkanäle, weshalb die Holzzellen von der Fläche gesehen getüpfelt erscheinen. Ein ganz eigenthümliches Ansehen haben die Holz-

zellen der Nadelbäume. Bei ihnen ist nämlich jede Seite mit einer Reihe von großen Tüpfeln besetzt, von denen ein jeder von einem Hofe umgeben erscheint (Fig. 80. c links). Diese seltsame Erscheinung beruht auf Folgendem. Ueberall, wo die Porenkanäle zweier benachbarter Zellen auf einander zulaufen, haben sich die primären Membranen beider Zellen von einander abgelöst, wodurch zwischen den beiden Zellen hier und da linsenförmige Hohlräume, „Tüpfelräume" genannt, entstanden sind. Die Grenzlinie des Tüpfelraums erscheint nun auf der Flächenansicht, indem sie durch die durchsichtige Zellenwand hindurchschimmert, als ein Hof um den Tüpfel, oder den Kreis, der durch die Grenze des Tüpfelkanals gebildet wird (s. Fig. 80. c rechts). Die Holzzellen entstehen, wie schon bemerkt, ebenfalls aus Cambiumzellen und haben keine andere Bestimmung, als dem Pflanzenkörper die ihm nöthige Festigkeit und Steifigkeit zu geben. Sie bilden gewissermaßen das Skelett, den Knochenbau der Pflanze. Deshalb sind sie auch weder für die Ernährung thätig, noch erzeugen sie neue Zellen. Sie führen in der Jugend Saft, später Luft. Uebrigens finden sich die Holzzellen nicht allein in den Stämmen, Aesten, Wurzeln und anderen holzigen Theilen der Bäume und Sträucher, sondern auch in allen krautigen Pflanzen, indem auch diese eines „Skeletts", wenn auch nur eines sehr zarten, bedürfen.

Die Holzzellen, Bastzellen, Gefäße und Cambiumzellen sind aber nicht die einzigen Arten von Zellen, aus denen der Körper der Samenpflanzen zusammengesetzt ist; es giebt auch noch andere Zellenarten, die einen wesentlichen Antheil an dessen Bildung nehmen. Es sind das die sogenannten Parenchymzellen, die Zellen der Oberhaut und die Korkzellen. Parenchymzellen nennt man sehr verschiedenartig geformte, doch meist vieleckige und mit abgeplatteten Grundflächen auf einander stehende, bald zart- bald dickwandige Zellen, deren Durchmesser nach allen Seiten hin ziemlich gleich ist oder welche wenigstens nur unbedeutend in die Länge gestreckt sind. Aus solchen Zellen bestehen die Rinde, das Mark, die sogenannten Markstrahlen (s. unten), der größte Theil von dem Gewebe der Blätter, Blumen, Früchte, der Knollen, Zwiebeln und fleischigen Wurzeln, ja manche sehr unvollkommene Samenpflanzen, wie die auf dem Wasser schwimmenden Teichlinsen, sind fast gänzlich aus Parenchymzellen zusammengesetzt. Desgleichen bestehen sämmtliche Moose aus Parenchymzellen. Als Beispiele ihrer verschiedenen Formen können die in Fig. 74. und 75. abgebildeten Zellen, sämmtlich Parenchymzellen, dienen. Die Parenchymzellen sind die eigentlichen chemischen Laboratorien der Pflanze, indem sie die verschiedenen Stoffe, welche zum Aufbau und zur Ernährung des Pflanzenkörpers dienen, als Stärkemehl, Zellstoff, Zucker, Chlorophyll u. s. w. bereiten. Durch sie wird daher vorzugsweise die Ernährung der Pflanze bewirkt. Den Parenchymzellen sehr nahe verwandt sind die Zellen der Oberhaut (Epidermis). So nennt man eine dünne, oft nur einfache Zellenschicht, welche gleich einer Haut alle jungen, grün gefärbten Pflanzentheile überzieht und jedenfalls den Zweck hat, das darunter liegende weichere Zellgewebe gegen den zerstörenden Einfluß des Regens und der Luft zu schützen. Die Oberhaut besteht immer aus abgeplatteten, mehr breiten als hohen

Zellen, welche fast überall dicht an einander schließen, und hier und da durch kleine Lücken, sogenannte Zwischenzellen- oder Intercellulargänge, getrennt sind. Dergleichen Gänge befinden sich sehr häufig im Parenchym und in der Mehrzahl der Gewebe, und zwar bilden die Intercellulargänge, die sich hier und da zu größeren Höhlungen erweitern oder in von Zellgewebe umgebene Hohlräume münden, ein zusammenhängendes System von Röhren und Höhlen, welches gleich dem Gefäßbündelsystem den ganzen Pflanzenkörper durchzieht. Nach außen hin ist die Wand der Oberhautzellen gewöhnlich stark verdickt, die Seitenwände dagegen sind dünn, und verlaufen bald gerade, bald in zierlichen Schlangenlinien (Fig. 81.). Das Merkwürdigste an der Oberhaut sind die Spaltöffnungen. Jeder Intercellulargang der Oberhaut ist nämlich nach außen durch zwei halbmondförmige, mit ihren concaven Rändern einander zugekehrte Zellen geschlossen, welche sich beliebig zusammenziehen und ausdehnen können. Im ersten Falle öffnen, im zweiten schließen sie den Intercellulargang. Unter letzterem liegt stets ein hohler, von Parenchymzellen umgebener Raum, in welchen zahlreiche Intercellulargänge aus dem Innern münden. Man nennt diesen ganzen seltsamen Apparat eine Spaltöffnung, und jene Höhle die Athmungshöhle, und zwar aus folgenden Gründen. Die durch die Spaltöffnung eindringende Luft gelangt in die Athmungshöhle, wo sie jedenfalls in ihre Bestandtheile, nämlich Sauerstoffgas, Stickstoffgas und Kohlensäuregas zerlegt wird. Diese Gasarten vertheilen sich von hier aus in die einmündenden Intercellulargänge, durch welche sie durch den ganzen Pflanzenkörper verbreitet werden. Gleichzeitig werden Gasarten, welche aus den Zellen als überflüssig in die Intercellulargänge ausgeschieden worden sind, besonders Kohlensäure und Sauerstoffgas, durch die Spaltöffnungen wieder aus der Pflanze hinausgeschafft. Diese fortwährend stattfindende Aufnahme und Ausscheidung gasförmiger Stoffe bildet den sogenannten Athmungsprozeß der Pflanzen, und Versuche haben ergeben, daß ohne denselben die Pflanzen eben so wenig leben können, als die Thiere. Und zwar nehmen alle grün gefärbten, d. h. mit einer Oberhaut begabten Pflanzentheile am Tage Kohlensäure aus der Luft auf und geben Sauerstoffgas an dieselbe ab; bei Nacht findet gerade das Umgekehrte statt. Da die Blätter die meisten Spaltöffnungen besitzen, so versteht es sich von selbst, daß durch sie der Athmungsprozeß vorzugsweise geschehen wird. Hier nun in den Blättern kommen die Gase der durch die Spaltöffnungen aufgenommenen Luft mit dem in den vielfach verzweigten Gefäßbündeln (s. oben S. 135) strömenden wässerigen Saft, den

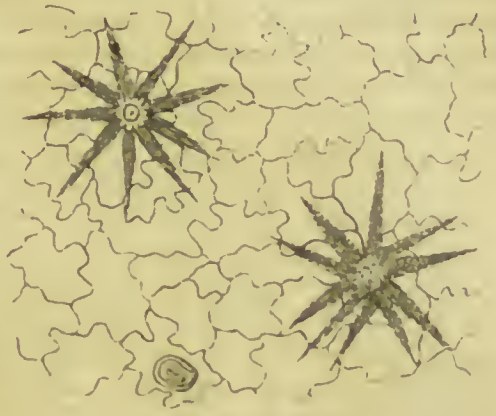


Fig. 81. Oberhaut.

die Wurzeln aufgesaugt haben, in Berührung. In Folge davon wird jener noch rohe Saft in eine für die Ernährung der Pflanze taugliche Flüssigkeit umgewandelt, erfährt also eine ganz ähnliche Verwandlung, wie das Blut in den Lungen der Thiere. Aus diesem Grunde verdienen die Blätter in der That, die „Lungen der Pflanzen" genannt zu werden. Fig. 82. stellt eine Spaltöffnung von oben und im senkrechten Durchschnitt gesehen dar. Die Oberhaut ist an ihrer Außenfläche noch von einem ganz dünnen, wasserdichten Häutchen überzogen, welches von ihren Zellen ausgeschwitzt wird, und außerdem sehr oft mit Haaren, Stacheln, Höckern, Warzen und anderen Anhängseln besetzt, die bald aus einer einzigen, bald aus vielen Zellen bestehen, bisweilen auch unmittelbare Ausdehnungen einzelner Epidermiszellen sind. Fig. 81. zeigt zwei solcher Anhängsel, zwei sogenannte Sternhaare. Bei vielen Pflanzen, wie bei den Gräsern, Schachtelhalmen u. a., enthält die Oberhaut eine bedeutende Menge kleiner Schüppchen

Fig. 82. Spaltöffnungen.

von Kieselerde, die nicht selten an der Oberfläche der Epidermis zu krystallartigen Gruppen vereinigt sind. Fig. 83. zeigt bei 1 die strich- und klumpenförmigen Anhäufungen von Kieselerde von der Schale eines Weizenkorns, bei 2 die sternförmigen Kieselschüppchengruppen von der Oberhaut der Blätter einer fremden Grasart (Pharus cristatus). Wo die Oberhaut einen solchen Kieselüberzug besitzt, da fühlt sie sich rauh an, wie dies bei den Gräsern und Schachtelhalmen der Fall ist. Der Polirschachtelhalm hat eine von Kieselschuppen starrende Oberhaut, und erhält durch diese die schätzenswerthe Eigenschaft, zum Poliren des Holzes verwendet werden zu können. — An den Stengeln und Aesten ist die Oberhaut eine vergängliche, vorübergehende Bildung. Sie wird hier sehr bald durch den Kork ersetzt, dessen Zellen sich im Innern der Oberhautzellen oder in den unmittelbar unter der Oberhaut gelegenen Rindenparenchymzellen bilden. Durch die

Korkzellen, deren Wandung aus einem eigenthümlichen, elastisch-biegsamen Stoff besteht, werden die Oberhautzellen sehr bald zersprengt und zerstört, und endlich ist die Rinde, anstatt mit einer Epidermis, mit einer Korkschicht überzogen. Eine solche fehlt an keinem unserer Bäume und Sträucher, selbst die glätteste Baumrinde, wie die der Kirschbäume und Birken, besitzt eine dünne Korkschicht. Bei anderen Bäumen ist dieselbe bekanntlich stärker entwickelt, ja bei der in Südeuropa einheimischen Korkeiche, welche den in den Handel kommenden Kork liefert, erreicht die Korkschicht, die sich aller 5 bis 6 Jahre von selbst abstößt, eine Stärke von einer Viertelelle. Das Korkgewebe besteht immer aus tafelförmigen, dicht an einander schließenden Zellen und hat jedenfalls dieselbe Bestimmung, wie die Oberhaut, nämlich den Pflanzenkörper gegen äußere schädliche Einflüsse zu schützen. Außerdem sind die Korkzellen dazu bestimmt, die Wunden des Pflanzenkörpers zu

Fig. 83. Kieselschuppen der Oberhaut.

heilen, denn alle vernarbten Wunden zeigen sich mit einer Korkschicht bedeckt. Von dünnen Korkschichten rühren auch die rauhen, braunen Flecke her, die man so häufig auf der Schale von Aepfeln, Birnen und anderem Obste bemerkt. Wo sich ein solcher Fleck findet, da kann man mit Sicherheit annehmen, daß die Oberhaut auf irgend eine Weise eine leichte Verletzung erlitten hat, denn von selbst erzeugt sich der Kork an jenen Früchten nicht.

Diese verschiedenen Arten von Zellen und Zellgeweben, welche ich im Vorstehenden zu schildern gesucht habe, sind nun aber nicht bei allen Samenpflanzen auf gleiche Weise durch den Pflanzenkörper vertheilt. Besonders zeigt der Bau des Holzes und der Rinde eine große Verschiedenheit. Das Holz besteht nämlich nicht immer blos aus den oben geschilderten Holzzellen, sondern sehr häufig auch aus verholzten Gefäßen, Cambiumzellen, Bastzellen und Parenchymzellen. So besteht das Holz aller unserer Laubbäume aus Holzzellen, Gefäßen, Cambium- und Parenchymzellen, das Holz der Palmen blos aus Gefäßen, Bast- und Pa-

renchymzellen. Lediglich aus Holzzellen ist nur das Holz der Nadelbäume zusammengesetzt. Mit dieser verschiedenen Zusammensetzung ist auch eine verschiedene Anordnungsweise der einzelnen Bestandtheile des Holzkörpers verbunden. Bei allen unseren Bäumen, Laub- wie Nadelbäumen, erscheint der Holzkörper auf dem Querschnitt aus concentrischen Ringen zusammengesetzt, welche das in der Mitte des Stammes gelegene Mark umschließen. Auswendig wird der Holzkörper von der Rinde umgeben, welche von ihm durch eine dünne, im Frühling grün gefärbte und schleimige Schicht getrennt ist (s. Fig. 84. a. b). Letztere besteht aus jungen Cambiumzellen, und bildet den sogenannten Cambium- oder Verdickungsring, welcher während des Sommers nach innen zu fortwährend neue Holz-, nach außen hin neue Rindensubstanz absetzt und folglich sowol den Holz- als den Rindenkörper ununterbrochen verdickt, erstern jedoch in viel höherem Maße als letztern. Die Ringe des Holzkörpers, unter dem Namen Jahresringe allgemein bekannt, weil jedes Jahr ein solcher Ring entsteht, rühren davon her, daß das junge Holz, der Splint, welcher im Frühlinge, wenn der Baum nach der Winterruhe zu neuem Leben erwacht, gebildet wird, viel weitere und dünnwandigere Zellen besitzt, als das späterhin sich entwickelnde. Die engen, dickwandigen Zellen des jährigen Holzringes müssen sich folglich scharf von den weiteren, dünnwandigen Zellen des neuen Ringes unterscheiden. Bei unseren Laubbäumen bemerkt man nun oft schon mit bloßen Augen, daß feine Striche strahlenförmig von der Markröhre aus sich durch den Holzkörper, durch alle Jahresringe hindurch bis zur Rinde erstrecken. Diese bestehen aus verholzten Parenchymzellen, und werden Markstrahlen und zwar große Markstrahlen genannt, zum Unterschiede von den kleinen, welche sich in den zwischen den großen Markstrahlen befindlichen Holzportionen hinziehen und sich nur aus dem Holzkörper bis zur Rinde erstrecken. Die zwischen den großen Markstrahlen befindlichen Holzportionen (in Fig. 84. b sind diese der Deutlichkeit wegen durch breite weiße Streifen angegeben und weit von einander entfernt, was in der Natur, zumal bei einem sechsjährigen Stamme — der abgebildete Querschnitt zeigt sechs Jahresringe — nicht vorkommt) sind Gefäßbündel, welche abwechselnd aus Gefäßen, Holz- und Cambiumzellen bestehen. Die Rinde dieser Bäume ist aus in mehrere Schichten geordneten Parenchymzellen und aus Bastbündeln, welche an den Gefäßbündeln liegen (die schwarzen Querstreifen der Abbildung) zusammengesetzt. Bei den Nadelbäumen befinden sich an der Stelle der Gefäßbündel ganz ähnlich gestaltete Bündel von Holzzellen, welche jedoch fest an einander schließen,

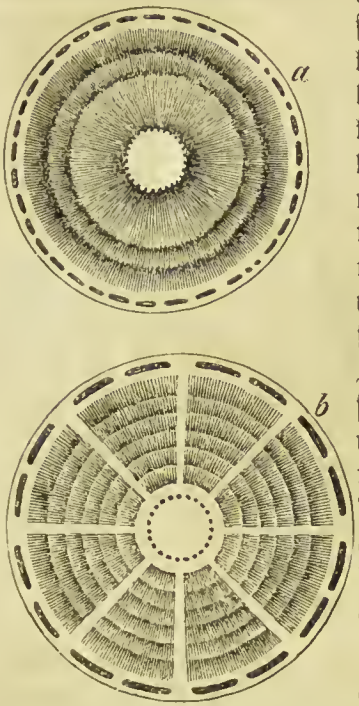


Fig. 84. Querschnitt eines Nadel- und Laubbaumstammes.

und blos von zahlreichen kleinen Markstrahlen durchbrochen sind (Fig. 84. a). Große Markstrahlen giebt es also im Holzkörper dieser Bäume nicht. Einen ganz andern Bau läßt der Holzkörper und die Rinde der Palmen und verwandter Bäume der heißen Zonen erkennen. Der Holzkörper dieser Bäume erscheint nämlich auf dem Querschnitt aus lauter dicken, harten, biegsamen Holzfasern zusammengesetzt, welche unter der Rinde gewöhnlich dicht neben einander liegen, gegen die Mitte des Stammes hin dagegen durch mehlartige Parenchymzellen getrennt sind. Ein wirkliches Mark, eine Markröhre, fehlt gänzlich (Fig. 85. b), desgleichen ein Cambiumring. Die Holzfasern sind nichts Anderes, als Gefäßbündel, von denen ein jedes aus verholzten Bast- und Cambiumzellen, sowie aus Gefäßen zusammengesetzt ist. In Fig. 85. a bedeutet der schwarz gestrichelte Theil eines jeden Gefäßbündels die Bastzellen, der weiße punktirte die Gefäße und Cambiumzellen. Die Rinde besteht bei den Palmen meist aus über einander liegenden Schichten von netzförmig verflochtenen Bastzellen und Bastbündeln. Einen

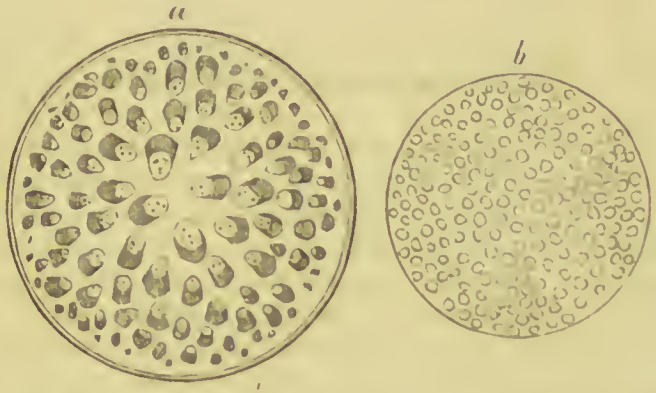


Fig. 85. Querdurchschnitt eines Palmenstammes und Lilienstengels.

ähnlichen Bau, wie beim Stamme unserer Bäume und der Palmen, findet man auch bei den Stengeln aller krautigen Pflanzen, in den beiden großen Abtheilungen, welche durch unsere Laubbäume und durch die Palmen repräsentirt werden. Die gesammten Samenpflanzen zerfallen nämlich in zwei Abtheilungen, je nachdem ihr Samen beim Keimen zwei Blätter oder blos eines entwickelt. Die mit zwei Keimblättern begabten nennt man Dicotyledonen, die mit einem Keimblatte versehenen Monocotyledonen. Zu ersteren geboren, außer allen unseren Bäumen und Sträuchern, die meisten Stauden und Kräuter, die uns umgeben, zu letzteren, außer den Palmen und anderen baumartigen Gewächsen der heißen Zone, sämmtliche Gräser, Rietgräser, lilienartigen Pflanzen, Orchideen u. s. w. Im einjährigen Dicotyledonenstengel sind die Gefäßbündel in einen durch große, breite Markstrahlen durchbrochenen Kreis gestellt (Fig. 86.), im einjährigen Monocotyledonenstengel dagegen zerstreut angeordnet (Fig. 85. b). In Fig. 86. bezeichnet a die Gefäßbündel oder den Holzkörper, denn selbst im ein-

jährigen Dicotyledonenstengel sind die Gefäßbündel zum Theil aus Holzzellen zusammengesetzt, b das Mark, c die Markstrahlen (große), d die Rinde, h die Cambiumschicht eines jeden Gefäßbündels (den Cambiumring, der sich durch die Gefäßbündel hindurchzieht), g das junge Holz (den Splint), h das ältere Holz.). Schließlich bemerke ich noch, daß in der heißen Zone der Holzkörper selbst der ältesten Dicotyledonenbäume keine Jahresringe erkennen läßt, wenigstens nicht deutlich, weil dort die Bäume das ganze Jahr hindurch grünen, ihre Lebensthätigkeit nicht unterbrochen wird und daher das Holz ganz oder ziemlich gleichmäßig anwächst.

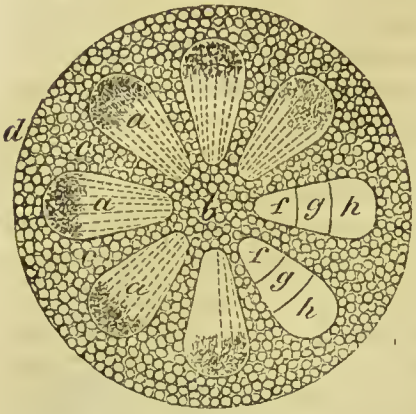


Fig. 86. Einjähriger Dicotyledonenstengel.

Die Fortpflanzung der Gewächse.

Ich kann den Abschnitt über den mikroskopischen Bau der Pflanzen nicht schließen, ohne den geehrten Leser zuvor mit der interessantesten und wichtigsten Aeußerung des Pflanzenlebens, nämlich mit der Erzeugung eines lebensfähigen Keimes, welcher im Stande ist, sich zu einer neuen Pflanze auszubilden, etwas näher bekannt gemacht zu haben. Es verdient eine Schilderung jenes hochwichtigen Actes des Pflanzenlebens um so mehr einen Platz in diesem Büchlein, als die Vorgänge, welche der Erzeugung des Keimes vorhergehen, rein mikroskopischer Art sind, und die Aufklärung jener von der Natur in ein geheimnißvolles Dunkel gehüllten Vorgänge zu den schönsten Siegen gehört, welche die Naturforschung mit dem Mikroskope auf dem Felde des menschlichen Wissens errungen hat.

Ich habe schon S. 85 bemerkt, daß von einem wirklichen Keime (Embryo) blos bei den Samenpflanzen die Rede sein kann, indem die Fortpflanzungszelle der Sporengewächse, die Spore, in ihrem Innern blos mit einer formlosen Flüssigkeit erfüllt ist, keineswegs aber eine Anlage zu einer neuen Pflanze enthält. Nichts desto weniger findet, wenn nicht bei allen, so doch bei den vollkommneren Sporenpflanzen, nämlich bei den Gefäßsporenpflanzen und bei den Moosen, vielleicht auch bei der Mehrzahl der Algen ein Vorgang statt, der ziemlich gleichbedeutend mit der Erzeugung des Keimes der Samenpflanzen ist, nämlich bei den Moosen die Bildung des Sporen erzeugenden Apparats oder der Frucht, bei den Gefäßsporenpflanzen (Farrn, Schachtelhalmen u. s. w.) die Bildung der Knospe des Vorkeimes, aus welcher der eigentliche Pflanzenkörper hervorgeht. Beide Vorgänge sind nämlich wie die Bildung des Keimes der Samenpflanzen das Ergebniß einer geschlechtlichen Zeugung oder der Befruchtung eines soge-

nannten weiblichen Organs durch ein sogenanntes männliches. Als weibliches Organ betrachtet man bei den Samenpflanzen das sogenannte Pflanzenei, bei den Sporenpflanzen das bereits S. 118. geschilderte Archegonium, als männliches bei den Samenpflanzen den Blüthenstaub, bei den Sporenpflanzen das Antheridium. Wir haben a. a. O. bereits gesehen, daß die Befruchtung des Archegoniums oder richtiger der im Bauchtheile desselben enthaltenen Keimzelle durch die Schwärmfäden der Antheridien vollzogen wird, und ich will daher hier blos noch eine bildliche Erläuterung dieses Vorganges einschalten. Fig. 87. zeigt bei Abb. 1 ein reifes, bei 2 ein aufspringendes und die Schwärmfäden enthaltenden Bläschen ausleerendes Antheridium eines Lebermooses, bei

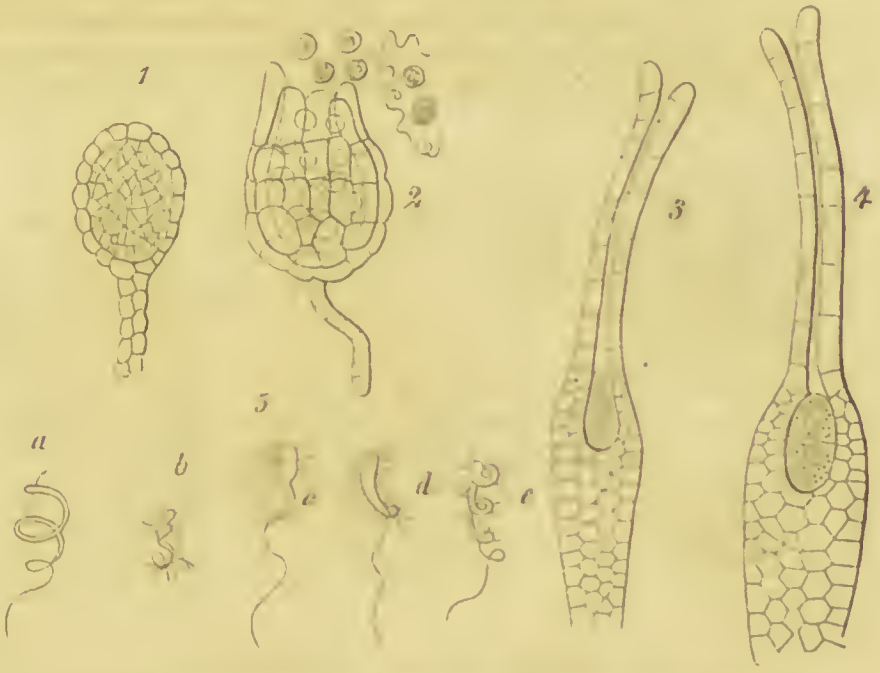


Fig. 87. Geschlechtsorgane und Schwärmfäden der [illegible] Sporenpflanzen.

3 ein fertiges, zur Befruchtung bereites, bei 4 ein soeben befruchtetes Archegonium derselben Pflanze, wo die ursprünglich einfache Keimzelle sich bereits in zwei Zellen verwandelt hat. Bei 5 sind Schwärmfäden verschiedener Sporenpflanzen in achthundertfacher Linearvergrößerung abgebildet, bei a ein Schwärmfaden eines Laubmooses, bei b der eines Farrnkrauts, bei c, d und e Schwärmfäden von Schachtelhalmen. Diese seltsamen, mit schwingenden Wimpern begabten Gebilde ähneln auffallend den sogenannten Samenthierchen in der befruchtenden Flüssigkeit oder dem Samen männlicher Thiere, weshalb manche Botaniker sie auch mit demselben Namen belegt haben. In der That scheinen jene Samenthierchen ganz dieselbe Bestimmung wie die Schwärmfäden zu haben, nämlich das

thierische Ei zur weitern Entwickelung, zur Bildung eines Embryo oder jungen Thieres anzuregen, mit anderen Worten, es zu „befruchten".

Auf ganz andere Art geschieht der Act der Befruchtung bei den Samenpflanzen. Ehe ich denselben schildern kann, muß ich den geehrten Leser zunächst mit dem Bau der Blüthe bekannt machen, da ja diese die obengenannten Geschlechtsorgane enthält. Die Beschränktheit des Raumes gestattet mir nicht, hier eine ausführliche Schilderung von den verschiedenen Formen, welche der Bau der Blüthe erkennen läßt, zu entwerfen, ich muß mich daher blos mit einer flüchtigen Beschreibung der gewöhnlichsten Blüthenform begnügen. An derselben unterscheidet man die Blüthenhüllen und die Geschlechtsorgane. Die Blüthenhüllen bestehen aus dem Kelche und der Blumenkrone; ersterer ist die äußere, letztere die innere Blüthenhülle. Die Geschlechtsorgane nehmen immer die Mitte der Blumen ein, und zwar umgeben die männlichen, die Staubgefäße, die weiblichen oder das weibliche, die Pistille oder das Pistill, indem sehr häufig

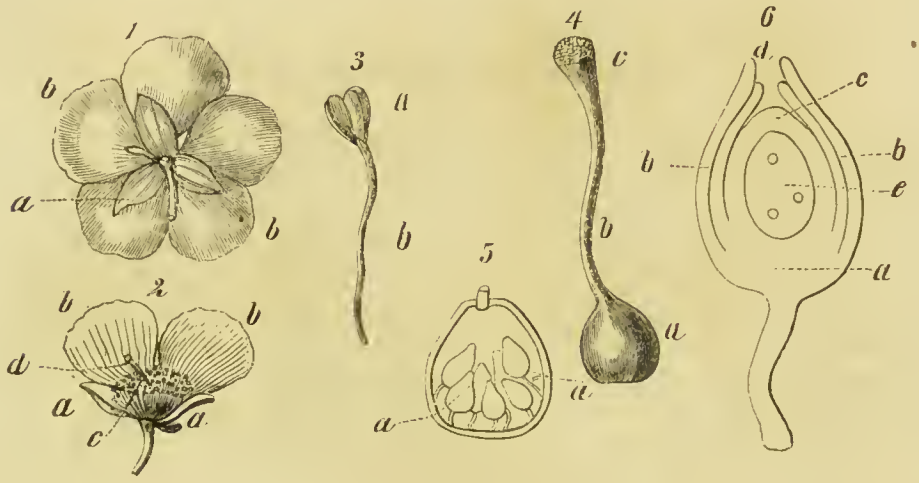


Fig. 88. Blüthe und Blüthentheile der Samenpflanzen.

blos ein Pistill vorhanden ist, wie in Fig. 88., welche bei Abb. 1 eine von der untern Seite gesehene und bei 2 eine der Länge nach durchschnittene Blume des Sonnenröschens (Helianthemum vulgare) in natürlicher Größe darstellt. a ist hier der Kelch, b die Blumenkrone, d das Pistill, c sind die Staubgefäße. Letztere bestehen aus dem Träger oder Staubfaden (Fig. 88. Abb. 3 b) und dem Staubbeutel (2 a), der im Innern den Blüthenstaub (Pollen) enthält, welchen er entleert, indem er der Länge nach aufreißt. Das Pistill besteht aus dem Fruchtknoten (4 a), welcher im Innern hohl ist und daselbst die Eier trägt (5 a), aus dem Griffel (4 b) und der Narbe (4 c). Letztere ist an ihrer Oberfläche mit zarten, blasigen Zellen besetzt, welche eine klebrige, zuckerhaltige Flüssigkeit, die Narbenfeuchtigkeit, aussondern. Die Eier sind keineswegs

so einfach, wie sie aussehen, sondern ziemlich complicirte Gebilde. Fig. 88. Abb. 6 stellt ein solches im Längsschnitt schwach vergrößert dar. Dasselbe besteht aus dem Eikern (a) und den Eihäuten (b), welche am Grunde des Eies mit dem Eikern verwachsen, an der Spitze des Eies, über der sogenannten Kernwarze (c), von einem runden Loche, dem Eimunde (d) durchbohrt sind. Im Innern des Eikernes, welcher, wie überhaupt das ganze Ei, blos aus Parenchymzellen besteht, befindet sich eine große blasige, mit einer schleimigen Flüssigkeit erfüllte Zelle, der Keimsack (e). Nachdem die Staubbeutel reif geworden sind, öffnen sie sich auf verschiedene Weise und entleeren den Blütenstaub, der immer in so großer Menge vorhanden ist, daß einige Körnchen sicher auf die Narbe des Pistills gelangen. Der Blütenstaub erscheint dem bloßen Auge, wie schon sein Name besagt, als ein feiner mehlartiger Staub von verschiedener, doch meist gelber Farbe. Unter dem Mikroskop betrachtet gewahrt man aber, daß derselbe aus

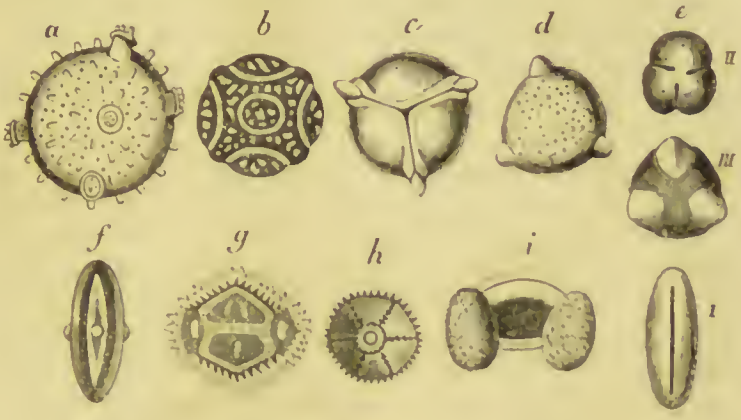


Fig. 89. Pollenkörner.

einzelnen, bald kugeligen, bald eckigen Zellen besteht, die oft eine sehr merkwürdige Gestaltung besitzen, wie man aus Fig. 89. ersehen kann, wo eine kleine Musterkarte verschiedener Blütenstaubkörnchen abgebildet ist. a ist ein Staubkorn vom Kürbis, b von der Passionsblume, c von Cuphea procumbens, d von der Weberkarde, e von der dreifarbigen Gartenwinde, f vom Wasserweiderich, g von der Golddistel (Scolymus), h von der Cichorie, i von der Kiefer. Die seltsamen Auswüchse, Leisten, Stacheln u. s. w. rühren von der äußern Haut her, welche die innere, viel zartere Haut, die eigentliche Zellenmembran, umschließt. Diese äußere Haut ist keine vollkommen geschlossene Hülle, sondern besitzt an bestimmten Stellen Oeffnungen, die bald als Löcher, bald als Spalten ausgebildet sind. Bei d z. B. sind in der äußern körnig punktirten Haut drei runde Löcher vorhanden, durch welche die innere Haut in Form halbkugeliger Warzen hervortritt. Diese Löcher und Spalten sind dazu bestimmt, der innern Haut zu gestatten, sich

nach außen hin auszudehnen. Sobald nämlich die Pollen- oder Blüthenstaubkörnchen auf die Narbe gelangt sind, quillt ihre Haut durch den Einfluß der Narbenfeuchtigkeit auf. In der Regel sehr bald, nachdem dies geschehen ist, beginnt die innere Haut eines jeden Körnchens sich durch die Löcher oder Spalten der äußern Haut in Form eines fadenförmigen Schlauches hinauszustülpen, und in diesen Schlauch ergießt sich auch der zähflüssige Inhalt des Staubkornes, der um diese Zeit sehr reich an Stickstoff zu sein pflegt. Man nennt diesen Vorgang

Fig. 90. Befruchtung der Samenpflanzen.

in der Wissenschaft die Keimung der Pollenkörner, und jene Schläuche Pollenschläuche. Abb. 1 des beigedruckten Holzschnittes Fig. 90. zeigt ein gekeimtes Staubkorn des Maiblümchens schwach vergrößert, 2 eines der seltsam gestalteten, dreieckigen, auswendig mit fadenförmigen Anhängseln versehenen Staubkörner des rauchblättrigen Weidenröschens (Epilobium hirsutum), welches bei

a bereits einen Schlauch getrieben hat, bei b im Begriff ist, einen zweiten zu treiben, stark vergrößert. Uebrigens sind die Pollenschläuche nicht immer so fadenförmig gestaltet; nicht selten nimmt man an ihnen unregelmäßige, seitliche Auswüchse wahr, durch welche der Schlauch ein knorriges Ansehen erhält, z. B. bei 3, wo ein Pollenschlauch der Spritzgurke (Momordica Elaterium) abgebildet ist. Diese seltsamen Schläuche dringen nun sehr bald in das Gewebe der Narbe ein und wachsen, sich fortwährend verlängernd, durch den um diese Zeit mit lockeren, von Narbenfeuchtigkeit durchdrungenen Zellen erfüllten Griffel bis in die Fruchtknotenhöhle hinein, und können auf diese Weise bis zu den Eiern gelangen. Da der Griffel oft eine bedeutende Länge besitzt (der Griffel des Stechapfels z. B. ist gegen 4, derjenige der Herbstzeitlose sogar 13 Zoll lang), so müssen sich die Pollenschläuche oft ungeheuer ausdehnen, so daß ihre Länge den Durchmesser des Pollenkornes, dem sie angehören, nicht selten um einige hundert Male übertrifft. Die Zeit, in welcher die Pollenschläuche ihre Reise durch den Griffel hindurch bis zu den Eiern zurücklegen, ist verschieden, steht aber in keinem Verhältniß zur Länge des Griffels. Im Gegentheil scheinen bei sehr langen Griffeln auch die Pollenschläuche sehr rasch zu wachsen. Bei dem 9 Zoll langen Griffel des großblüthigen Cactus (der sogenannten „Königin der Nacht") z. B. dehnen sich die Pollenschläuche so rasch aus, daß ihre Enden schon nach wenigen Stunden die Eier erreichen, und bei dem Griffel der Herbstzeitlose geschieht dies wenigstens binnen zwölf Stunden. Nachdem alle oder die meisten der auf die Narbe gelangten Staubkörner ihre Schläuche getrieben haben, gleicht die Narbe auf dem Längsschnitt einem mit langen Stecknadeln besteckten Nähkissen, wie Abb. 4 beweist, welche ein der Länge nach durchschnittenes Pistill vom Sonnenröschen mäßig vergrößert darstellt. (a ist der durchschnittene Fruchtknoten, b der mit aufgelockertem Zellgewebe erfüllte Griffel, c die aus ebensolchen Zellen bestehende Narbe; d sind auf der Narbe liegende Staubkorner, deren jedes einen Schlauch getrieben hat, e die auf dicken Stielen sitzenden Eier. In den Mund eines jeden Eies ist ein Pollenschlauch eingedrungen). Der bis in den Eimund gelangte Pollenschlauch durchbricht nun das um diese Zeit ebenfalls aufgelockerte Zellgewebe der Kernwarze, indem er deren Zellen aus einander drängt und häufig deren gänzliche Zerstörung veranlaßt. Er dringt auf diese Weise bis an den Keimsack vor, an dessen Außenwand er sich entweder anschmiegt, oder dessen Wandung er einstülpt, oder, was der seltenste Fall zu sein scheint, dessen Wandung er förmlich durchbricht. Im letzten Falle gelangt also der Pollenschlauch wirklich bis in die Höhlung des Keimsackes. Bis hieher stimmen die Beobachtungen über den Vorgang der Befruchtung überein. Ueber den weitern Verlauf desselben, d. h. über dessen wichtigsten Act, nämlich die Entstehung des Keimes, sind dagegen die Meinungen getheilt. Die meiste Wahrscheinlichkeit hat jedoch diejenige, nach welcher der Keim aus einer der sehr kleinen Zellen entsteht, die sich innerhalb des Keimsackes entweder schon vor der Ankunft, oder nach der Ankunft des Pollenschlauches bilden, und Keimbläschen genannt werden. Die Befruchtung tritt in demselben Augenblicke ein, wo das Ende des in das Ei eingedrungenen Pollenschlauches sich

an den Keimsack, oder wo es diesen wirklich durchbricht, unmittelbar an das Keimbläschen anlegt, und wird wahrscheinlich dadurch vermittelt, daß ein Theil des schleimigen, durch den Pollenschlauch herabgestiegenen Inhalts des Staubkornes durch die zarte Haut des Pollenschlauches, des Keimsackes und des zu befruchtenden Keimbläschens hindurch bis in das Innere des letztern vordringt. Daß dies möglich ist, wird der geehrte Leser begreifen, wenn er sich Dessen erinnert, was ich oben (S. 129) über die Fähigkeit der Zellenmembran, Flüssigkeiten durch sich hindurchzulassen, gesagt habe. Abb. 5 stellt den Act der Befruchtung in der angedeuteten Weise bei der Kaiserkrone dar. a ist die vom Pollenschlauche b durchbrochene Kernwarze, c der Keimsack, d das eben befruchtete Keimbläschen, dessen dickflüssiger Inhalt sich in einer strömenden Bewegung befindet, die vom Zellenkern e ausgeht. Bei f befindet sich ein zweites, unbefruchtet gebliebenes Keimbläschen mit zwei Zellenkernen. Sobald die Befruchtung vollzogen ist, verwandelt sich das Keimbläschen durch wiederholte Theilung seines Primordialschlauches und dadurch erzeugte Bildung von Tochterzellen in einen kugeligen Zellenkörper, das Keimkügelchen genannt, welches sich sodann allmählich zum wirklichen Keim ausbildet. Abb. 6 zeigt bei c das befruchtete, bereits in zwei Zellen getheilte Keimbläschen der Kaiserkrone, 7 bei c das junge Keimkügelchen einer tropischen Wasserpflanze, der Pistia obovata. a ist in beiden Abb. der eingedrungene Pollenschlauch, b das Gewebe der Kernwarze, d der Keimsack.

Fünfter Abschnitt.

Der mikroskopische Bau der niederen Thiere.

Sollte der merkwürdige Bau der Pflanzen, den ich dem geehrten Leser im vorhergehenden Abschnitte zu schildern versuchte, sein Interesse rege gemacht und ihn mit andächtiger Bewunderung der unübertroffenen Weisheit seines Schöpfers erfüllt haben, welcher sich selbst noch in der einzelnen Zelle groß und herrlich offenbart, weil er mit den einfachsten Mitteln mehr zu leisten versteht, als der Mensch mit den zusammengesetztesten Maschinen; so darf ich wol mit Recht hoffen, daß der freundliche Leser die beiden letzten Abschnitte dieses Büchleins mit noch größerem Interesse lesen und noch mehr des Wunderbaren darin finden wird. Denn wie groß auch der Reichthum an Formen in der Pflanzenwelt ist, und wie viel Merkwürdiges, ja geradezu Wunderbares das innere Bilden und Leben der Pflanzen darbietet, so hält doch die Pflanzenwelt in beiden Beziehungen keine Vergleichung mit der Thierwelt aus. Es wird ihm die Wahrheit dieser Behauptung einleuchten, wenn ich ihm sage, daß blos von einer einzigen der dreizehn Klassen, in welche das gesammte Thierreich naturgemäß zerfällt, nämlich von den Insecten, bis jetzt schon mehr als 80,000 verschiedene Formen oder Arten bekannt sind, während sich die Zahl aller bis jetzt bekannten Pflanzenarten noch nicht auf 100,000 beläuft. Er wird aber auch zugleich einsehen, daß es bei diesem unendlichen Formenreichthum rein unmöglich ist, innerhalb der engen Grenzen, welche diesem Büchlein gesteckt sind, eine übersichtliche Schilderung der verschiedenen Klassen des Thierreichs auch nur in jener gedrängten Weise zu liefern, in welcher ich ihm im vorhergehenden Abschnitte die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs zu beschreiben versucht habe, und daß ich mich deshalb damit begnügen muß, ihn einige mikroskopische Blicke in die wichtigsten Klassen des Thierreichs und in das Innere des Thier- und Menschenkörpers — denn auch der Mensch gehört dem Thierreich an — thun zu lassen. Wir wollen dabei ganz dieselbe Ordnung befolgen, wie bei den Pflanzen, nämlich mit den unvollkommensten und einfachsten Thierformen beginnen, und von diesen allmählich auf den ver-

schiedenen Stufen der Organisation des Thierkörpers zu den vollkommensten Thieren und zu uns selbst emporsteigen. Bevor ich jedoch meine Schilderungen anfange, will ich des leichtern Verständnisses halber eine kurze Uebersicht der Hauptabtheilungen des gesammten Thierreichs vorausschicken.

Ich darf wol als bekannt voraussetzen, daß man das gesammte Thierreich in drei Hauptgruppen eintheilt, nämlich in Knochen- oder Wirbelthiere (Ostrozoen oder Vertebraten), Gelenk- oder Gliederthiere (Arthrozoen) und Schleim- oder Bauchthiere (Myxozoen oder Gastrozoen). Zu den Wirbelthieren gehören alle mit einem innern Knochengerüst (Skelett) begabten Thiere, d. h. die vier höchsten Klassen des Thierreichs, die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische, zu den Gliederthieren alle aus an einander gereihten Gliedern bestehenden Thiere, von denen die Mehrzahl ein äußeres oder Hautskelett, welches aus harten Schalen und Ringen gebildet ist, besitzt, oder die fünf Klassen der Insecten, spinnenartigen Thiere (Arachniden), Krusten- oder Krebsthiere (Crustaceen), Ringel- oder Aussenwürmer und Eingeweidewürmer, zu den Bauchthieren endlich die vier untersten Klassen des Thierreichs, in welchen der Thierkörper weder ein wirkliches Skelett, noch eine deutliche Gliederung erkennen läßt, dafür aber häufig mit einem aus Kalk oder Kieselerde bestehenden Gehäuse oder Panzer versehen ist, nämlich die Klassen der Weichthiere (Mollusken), Strahlthiere (Radiaten), Polypen oder Korallen (Zoophyten) und Infusorien. Von letzteren, sowie von den zierlichen Polythalamien, welche von Einigen zu den Polypen gerechnet werden, ist bereits im ersten und dritten Abschnitte ausführlich die Rede gewesen. Die in den letzten neun Klassen oder in der zweiten und dritten Abtheilung enthaltenen Thiere werden im Gegensatz zu den ungleich vollkommneren der ersten vier Klassen die niederen Thiere genannt. Mit diesen haben wir es in dem gegenwärtigen Abschnitte allein zu thun. Bei einer Durchmusterung derselben tritt uns dieselbe Erscheinung entgegen, welche wir schon bei den niederen Pflanzen kennen gelernt haben, nämlich, daß der Thierkörper in jenen unteren Regionen des Thierreichs, sowol was seine äußere Gestalt, als was seinen innern Bau anlangt, einer viel größern Formenverschiedenheit unterworfen ist, als in den höheren Regionen; oder mit anderen Worten, daß der Formenreichthum sowol der äußern, als der innern Gestaltung bei den niederen Thieren ungleich größer ist, als bei den höheren, und daß daher sowol die Gestalt, als der Bau des Thierkörpers in den unteren Klassen viel weniger Uebereinstimmung zeigt, als in den oberen. Denn während die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische, so verschieden auch die äußere Gestalt ihrer Körper ist, dennoch ein ganz übereinstimmendes und nach denselben Regeln gebautes Skelett, Gefäß- und Nervensystem u. s. w. besitzen und auch das mikroskopische Gewebe aller dieser Theile eine große Aehnlichkeit erkennen läßt, sind z. B. die unmittelbar neben einander stehenden Ringelwürmer und Weichthiere oder die Weichthiere und Strahlthiere einander sowol äußerlich als innerlich ganz unähnlich. Mehr Uebereinstimmung findet in der Gestaltung und im Bau der Crustaceen, Arachniden und Insecten statt, aber diese bilden

auch die höchsten Klassen der niederen Thiere. Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß ich den niederen Thieren eine größere Berücksichtigung schenken und dieselben sorgfältiger schildern muß, als die höheren Thiere. Während ich mich bei letzteren, ebenso wie bei den Samenpflanzen, auf eine übersichtliche Beschreibung des mikroskopischen Baues der wichtigsten Theile, als der Knochen, Muskeln, Blutgefäße, Nerven, Haut, Haare, Zähne u. s. w. und auf eine kurze Darstellung der Entwickelungsgeschichte des Eies und des Embryo (des in dem befruchteten Ei entstehenden jungen Thieres) beschränken werde, muß ich bei den niederen Thieren nothwendig auch auf die äußere Gestalt und auf den gesammten Bau des Körpers Rücksicht nehmen. Es ist dies um so nothwendiger, da die niederen Thiere im Allgemeinen viel weniger gekannt sind, als die höheren, theils weil der Mensch viel weniger Nutzen von ihnen zieht, theils weil ihr Körper viel kleiner ist, als derjenige der höheren Thiere, oft so klein, daß derselbe erst mittelst einer starken Vergrößerung als ein Thierkörper deutlich erkannt werden kann. Mit diesen mikroskopischen Formen der niederen Thiere werden wir es hier vorzugsweise zu thun haben.

Die Polypen.

Bei dem Namen „Polypen" wird den geehrten Leser vielleicht ein unwillkürlicher Schauder überkommen, wenn er nämlich zu Denjenigen gehört, welche die Thierklasse, die man in der Wissenschaft mit jenem Namen belegt, noch nicht kennen, sondern unter „Polypen" scheußliche, vielarmige Meerungeheuer verstehen, welche Thiere und Menschen mit ihren furchtbaren, klafterlangen Armen umschlingen und in die Tiefe des Meeres hinabziehen, um sie zu fressen! Es ist dies wenigstens eine der gewöhnlichsten Fabeln, die im Munde des unwissenden Volkes umlaufen und in den Ammenstuben gehegt und gepflegt werden. Wie aber am Ende an jeder Fabel und Volkssage etwas Wahres ist, so auch an dieser von jenen vermeintlichen Polypen, die, beiläufig bemerkt, eine Erbschaft und Ueberlieferung des Alterthums ist. Die alten Griechen bezeichneten nämlich mit dem Namen „Polypen", welcher wörtlich „Vielfüßer" bedeutet, die sogenannten Tintenfische (Sepien) und verwandte Thiergeschlechter aus der Ordnung der Kopffüßler (Cephalopoden), eine Abtheilung der Weichthiere, deren Arten sämmtlich im Meere leben und an ihrem Kopfe 8 bis 10 lange Fangarme haben, mit welchen sie ihre Beute, Fische und Crustaceen, ergreifen. Manche dieser allerdings häßlichen Thiere erreichen eine bedeutende Größe, und besitzen so lange Fangarme, daß es ihnen wohl möglich ist, damit, wenn nicht den Leib, so doch wenigstens einen Arm oder ein Bein eines Menschen zu umschlingen. Da alle mit scharfen Schnäbeln, manche außerdem an ihren Fangarmen mit Krallen bewaffnet sind, und die großen Arten eine bedeutende Muskelkraft in ihren Fangarmen besitzen, so können dieselben allerdings selbst Menschen gefährlich werden. Jene Thiere nennt man aber in der Wissenschaft schon lange nicht mehr Polypen, sondern hat diesen Namen auf eine ganz andere, viel unvollkommnere Klasse

übertragen, welche meist aus kleinen, ja zum Theil aus fast mikroskopischen Thierchen besteht, die höchst unschuldig und gar nicht im Stande sind, dem Menschen ein Leid zuzufügen. Ja, gegen eine große Anzahl dieser Thierchen müssen sich die Menschen, wenn nicht alle, so doch die Bewohner gewisser Gegenden, zum lebhaftesten Danke verpflichtet fühlen, weil sie ohne dieselben gar nicht leben könnten. Warum? das soll der geehrte Leser bald erfahren.

Diese eigentlichen Polypen besitzen einen höchst einfach und unvollkommen organisirten Körper von gallertartig weicher oder lederartig zäher Beschaffenheit und cylindrischer, keulen- oder trichterförmiger Gestalt, welcher an seinem untern Ende gewöhnlich an einen andern festen Gegenstand, eine Pflanze, einen Stein u. s. w. angeheftet ist. Am obern, freien Körperende befindet sich der Mund im Mittelpunkte eines einfachen, doppelten oder mehrfachen Kreises von zarten, strahlenförmig gestellten Wimpern oder Fühlern von sehr verschiedener, oft höchst zierlicher Gestalt, welche dem Thiere gleichzeitig zum Ergreifen der Beute und als Tast- und Empfindungsorgane dienen. Ein Nervensystem hat man bis jetzt bei diesen seltsamen Thierchen noch nicht aufgefunden, eben so wenig Athmungsorgane, wohl aber saftführende Gefäße (Adern) und Verdauungswerkzeuge. Letztere sind immer höchst einfach, indem sie entweder aus einem blinden Magensack oder aus einem kurzen Darmkanal bestehen, dessen After unmittelbar neben dem Munde liegt. Die Fortpflanzung geschieht theils durch Eier, theils durch Bildung von Knospen, ähnlich wie bei den Maiblumenthierchen (s. oben S. 45), oder durch freiwillige Theilung. Selbst gewaltsame Theilung dient zur Vervielfältigung der Polypen, wenigstens vieler. Jedes Stück, welches man von einem solchen Polypen abschneidet, wächst wieder zu einem neuen vollständigen Thiere aus. Die Polypen sind nun entweder nackt, oder ein jeder steckt in einem kalkigen Gehäuse, welches von der Außenfläche des eigentlichen Körpers ausgeschwitzt wird und mit dem Körper innig verwachsen ist. Die Gehäuspolypen leben immer gesellig, indem alle aus einer gemeinschaftlichen Basis oder Wurzel hervorgewachsen sind. Folglich müssen auch ihre Gehäuse mit einander verwachsen sein. Letztere bilden den sogenannten Polypen- oder Korallenstock, denn die bekannten Korallen sind nichts weiter, als die Gehäuse von Kalk aussondernden Polypen. Diese Bemerkung wird den Abscheu des geehrten Lesers vollends beseitigt haben, denn die zierlichen Korallen hat er gewiß gern. Bevor wir aber mit den Korallen- oder Gehäuspolypen nähere Bekanntschaft machen, wollen wir uns erst die nackten Polypen besehen.

Alle Polypen sind Wasserthiere, die Mehrzahl lebt im Meere. Doch fehlen auch unseren süßen Gewässern die Polypen keineswegs, nur sind letztere so außerordentlich klein, daß sie sich dem bloßen Auge leicht entziehen. Will der geehrte Leser unsere Süßwasserpolypen kennen lernen, so schöpfe er aus einem mit Entengrün oder Wasserlinsen bedeckten Teiche ein Glas voll Wasser nebst einer Partie Teichlinsen. Er wird dann an der untern Fläche jener Pflänzchen kleine, schön grün gefärbte, pinselartige Körperchen bemerken, deren Wimpern sich nicht selten bewegen. Dieses kleine Geschöpfchen ist der gemeine Armpolyp (Hydra

viridis), den man in Fig. 91 stark vergrößert in zweierlei Zuständen abgebildet sieht. 1 stellt ein ausgewachsenes Exemplar dieses nackten Polypen mit seinem röhrenförmigen Körper, seinem Mund und seinem einfachen Kranze langer Fühler, 2 einen aus drei verwachsenen Individuen bestehenden Polypenstock dar, dessen Individuen im Begriff sind, neue durch Knospenbildung zu erzeugen. Es haben sich nämlich an den Enden der Fühler kugelige Anschwellungen (b), d. h. Knospen gebildet, und aus mehreren derselben sind bereits feine Fädchen, d. h. Fühler, hervorgewachsen. Auf diese Weise verwandelt sich jeder mit einer Knospe endigende Fühler des alten Individuums in ein neues, und da die neuen

Fig. 91. Armpolyp

mit dem alten in Verbindung bleiben, so kann nach und nach aus einem einzigen Armpolyp eine ganze Kolonie von Polypen oder ein Polypenstock entstehen. Von Zeit zu Zeit pflanzt sich der Armpolyp auch durch Eier fort. Diese bilden sich in knospenförmigen Ausstackungen der innern Leibeshöhle, indem sich daselbst deutliche Eidotterkügelchen mit einer Schale entwickeln. Dicht über den Eierstöcken wachsen dann wulstartige Knospen hervor, welche sich zuletzt mit einer warzenförmigen Mündung öffnen und äußerst kleine Schwärmfäden oder Samenthierchen entschlüpfen lassen, die nun zu den Eierstöcken schwimmen und die darin befindlichen Eierchen befruchten. Aus jedem befruchteten Ei wächst ein neuer Polyp hervor. — Nahe verwandt unserm Armpolyp ist der im Meer lebende, ebenfalls sehr kleine und zierliche Keulen- oder Kreuzpolyp (Coryne stau-

ridia), den Fig. 92 Abb. 4 in schwacher Vergrößerung zeigt. Jedes Individuum hat einen keulenförmigen, auf einem langen zarten Stiel sitzenden Leib, welcher den Magen enthält und an der Mundöffnung vier über's Kreuz gestellte Fühler mit kugeliger Anschwellung am Ende. Am Grunde des Körpers stehen in einem Kranze fadenförmige Knospen, die später abfallen. Bei 5 ist einer der Fühler stark vergrößert dargestellt, und man sieht da, daß der Stiel aus an einander gereihten Zellen besteht. Zu den nackten Polypen gehören auch die großen, oft mit den prachtvollsten Farben prangenden Actinien oder Seeanemonen, welche sämmtlich im Meere leben und von mir bereits in der Einleitung zum

Fig. 92. Keulenpolyp und Sertularien.

ersten Abschnitt (S. 22) erwähnt worden sind. Diese besitzen einen lederartigen, zusammenziehbaren Körper, welcher oben und unten mit einer scheibenförmigen Fläche endet. Die untere Scheibe dient ihnen gleichzeitig als Haftorgan, wenn sie sich festsetzen wollen, und als Fuß, wenn sie auf dem Boden des Meeres herumkriechen; in der Mitte der obern Scheibe befindet sich der Mund, umgeben von vielen cylindrischen, hohlen, an der Spitze offenen Fühlern. Mehrere solcher Seeanemonen sind auf dem Titelkupfer in verschiedenen Entwickelungsstufen und in natürlicher Größe abgebildet.

Unter den Gehäuspolypen nehmen die Röhrenpolypen und Sertu-

larien den untersten Platz ein. Diese leben immer gesellig in Kolonieen von pflanzenartiger Form. Aus einem ästig verzweigten, seltener einfachen Stamme, welcher von einer zarten hornartigen Röhre umschlossen ist, entspringen nämlich Zweige, die bald blos am Ende (Fig. 92. Abb. 2, 95. Abb. 12), bald an den Seiten (Fig. 92. Abb. 1 u. Fig. 93) becherförmige Zellen tragen. Eine jede solche Becherzelle beherbergt einen Polypen. Dieser besitzt einen kugeligen Körper mit Magenhöhle und einen mit zarten, höchst zierlich gebauten, kranzförmig gestellten Fühlern besetzten Mund. Die Fühler ragen als feine Wimpern aus der Becherzelle hervor. Fig. 92. Abb. 1 zeigt einen solchen Röhrenpolypen, den sogenannten Hirtentaschenpolyp (Notamia bursaria) schwach vergrößert, bei Abb. 3 eine einzelne Becherzelle mit dem Thiere im Längsdurchschnitt stark vergrößert. Bei Abb. 2 sind zwei unter einander wachsende Sertularien, der Glockenpolyp (Campanularia integra) und der Schlangenpolyp (Anguinaria spathulata) vergrößert abgebildet. Die zierlichsten von allen Röhrenpolypen sind die eigentlichen Sertularien. Fig. 94. Abb. 12 zeigt eine solche mit den aus den Becherzellen hervorragenden Thieren, Fig. 93. einen einzelnen Ast einer stark verzweigten, vollkommen pflanzenartigen Sertularie, deren fadenförmig angeordnete Aestchen auf der einen Seite mit einer großen Anzahl zierlicher Becherzellen besetzt sind, beide in schwacher Vergrößerung. Die Sertularien leben sämmtlich im Meere, und wurden früher, wie die Mehrzahl der Polypen, für Pflanzen gehalten, weshalb man sie später auch Pflanzenthiere (Zoophyten oder Phytozoen) genannt hat.

Fig 93. Sertularien.

Den Uebergang zu den eigentlichen Korallen, d. h. den in einem festen Kalkgebäude wohnenden Polypen bilden die Pilzkorallen und Korkpolypen. Erstere haben einen freien, nicht festsitzenden Körper von der Gestalt eines Becher- oder Hutpilzes, welcher nach innen zu Kalkmasse ablagert und so einen Korallenstock bildet, der äußerlich von der lederartigen Körperhaut überzogen ist. Von der trichterförmig vertieften Mitte des Korallenstocks aus, wo sich der Mund des Polypen befindet, verlaufen viele Kalkblätter zu dem Umfang des Trichters. Zwischen diese Blätter senken sich Falten der zusammenziehbaren Körperhaut ein, welche an ihren Rändern mit vielen kurzen, einziehbaren Fühlern besetzt sind. Fig. 94. Abb. 1 zeigt die gewöhnliche, im rothen Meere lebende Pilzkoralle (Fungia agariciformis) schwach vergrößert. Die ebenfalls das Meer bewohnenden Korkpolypen (Alcyonium) haben einen festsitzenden, fleischigen, aber mit vielen Kalktheilchen vermengten Korallenstock, der an seiner Oberfläche viele offene Zellen trägt, in deren jeder ein zarter, cylindrischer, am Munde mit einem Kranz feiner, röhrenförmiger Fühler versehener Polyp wohnt, welcher seinen Körper beliebig zusammenziehen und ausstrecken kann.

In Figur 94. ist bei Abb. 2 eine solche Korkkoralle in natürlicher Größe abgebildet.

Die eigentlichen Korallenpolypen, welche stets festsitzen, sondern an der Außenfläche ihres Körpers Kalkmasse ab, und umgeben sich daher immer mit einem festen Gehäuse. Da sie immer gesellig leben, und die durch Knospenbildung oder

Fig. 94. Korallen.

Theilung entstandenen neuen Individuen, wie bei dem Armpolyp, mit dem Mutterkörper in Verbindung bleiben, so muß nach und nach aus einem oder aus wenigen Thieren eine ganze Kolonie von neben und auf einander gewachsenen Polypen entstehen, folglich auch ein ganzer Korallenstock, indem ja jedes Individuum eine kalkige Zelle um sich ablagert und die einzelnen Zellen ebenfalls ver-

wachsen. Ein solcher Korallenstock besitzt häufig ein ganz unbegrenztes Wachsthum, indem ein Geschlecht auf dem andern fortbaut. Auf diese Weise können durch die Nachkommenschaft eines einzigen Korallenpolyps allmählich mächtige Riffe und Felsen gebildet werden, die durch und durch blos aus den Kalkgehäusen der abgestorbenen und verwesten Polypen bestehen. Während der größte Theil eines solchen Korallenriffs eine todte Kalkmasse ist, kann der oberste, jüngste Theil noch von lebenden Polypen derselben Art bewohnt sein. Nicht selten erreicht ein Korallenriff eine Höhe von vielen Hundert Klaftern und eine solche Ausdehnung, daß man es eine Insel nennen muß. Freilich gehört zur Bildung eines so ungeheuer großen Korallenstocks ein sehr langer Zeitraum. Fast alle kleineren Inseln von den zahllosen, welche durch den großen oder stillen Ocean zerstreut sind, desgleichen Hunderte und Tausende von Riffen, Eilanden und Inseln im indischen und chinesischen Meere, im Golf von Mexico und anderwärts sind nichts Anderes, als die Bauwerke der Korallenpolypen. Noch gegenwärtig entstehen solche Koralleninseln in den genannten Meeren, weshalb sich dort die Zahl der Inseln fort und fort, wenn auch langsam, vermehrt. Um die zahlreiche Bevölkerung jener fruchtbaren, mit dem herrlichsten Pflanzenwuchs bedeckten Inseln würde es sehr schlimm stehen, wenn die Korallenpolypen nicht den Grund und Boden, den sie bewohnen, gebaut hätten, denn abgesehen davon, daß es auf jenen Inseln begreiflicher Weise kein anderes Gestein, folglich auch kein anderes Baumaterial giebt, als die zu Stein gewordene Korallenmasse, müßten jene Insulaner auch vor Durst verschmachten, wenn ihre Inseln nicht aus Korallenmasse bestünden. Die Koralleninseln besitzen nämlich niemals Quellen; weil aber ihr Gestein aus poröser Korallenmasse besteht, so erleidet das hineindringende und hindurchfiltrirende Meerwasser einen natürlichen Destillationsprozeß, in Folge dessen es trinkbar wird. Daher braucht man auf Koralleninseln blos Brunnen zu graben, um gutes und wohlschmeckendes Trinkwasser zu erhalten. Hatte ich folglich nicht Recht, wenn ich oben sagte, daß ein großer Theil der Menschen mit innigster Dankbarkeit gegen die Polypen erfüllt sein müßte oder wenigstens sein sollte? — Zu diesen eigentlichen Korallenpolypen gehören alle in Fig. 94. von Nr. 3 bis 11 abgebildeten Polypenkolonieen, mit Ausnahme von Nr. 4, welche ein Stück Feuerstein mit versteinerten Kantbidien stark vergrößert darstellt. Diese mikroskopischen Geschöpfe rechnete man früher zu den Polypen; jetzt weiß man, daß sie zu den Pflanzen, und zwar zu den Desmidieen (s. oben S. 31) gehören. Bei Abb. 3 sind einzelne Exemplare der Gattung Cydonium stark vergrößert dargestellt. Ein jedes Thier besitzt einen Kranz von zierlich gefransten Fühlern um die Mundöffnung. Abb. 5 stellt einen Korallenstock von Madrepora abrotanoides in natürlicher Größe, Abb. 6 eine einzelne Zelle davon stark vergrößert dar; Abb. 7 ist ein Korallenstock, eine Art der Gattung Corallium, Abb. 8 ein Stück davon stark vergrößert, woran man sieht, daß der Korallenstock aus sechsseitigen Zellen besteht, welche von röhrenförmigen, mit einem Fühlerkranz begabten Polypen bewohnt sind; Abb. 9 ist ein Zweig der Edelkoralle (Gorgonia nobilis) stark vergrößert, mit den Fühlerkränzen von drei Polypen, Abb. 10 ein

ebenfalls vergrößertes Stück der Orgelkoralle (Tubipora musiça), wo der Korallenstock aus rothen, cylindrischen Kalkröhren besteht, die wie Orgelpfeifen neben einander stehen und in Absätzen von horizontalen Kalkplatten durchsetzt und mittelst derselben verbunden sind. Aus jeder Röhre ragt ein Polyp heraus. Abb. 11 stellt zwei solche Röhren mit ihren Insassen noch stärker vergrößert vor, die eine ganz, die andere im Längsschnitt. Da alle Korallenstöcke aus Zellen bestehen, so sehen sie in Durchschnitten unter dem Mikroskop betrachtet oft ungemein schön und zierlich aus. So zeigt Nr. 1 in Fig. 95. einen Durchschnitt eines Zweiges von Myriapora, Nr. 2 einen Längsschnitt von Virgularia mirabilis; Nr. 3 ist der

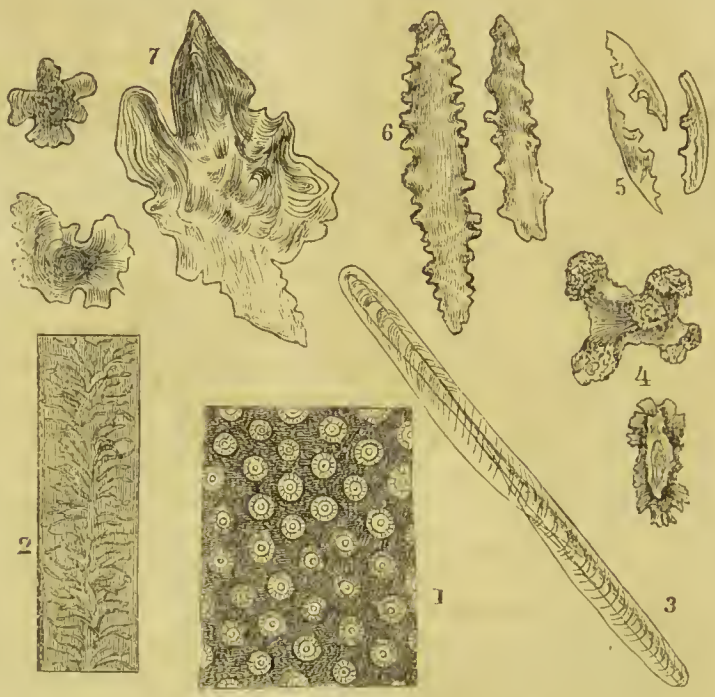


Fig. 95. Innerer Bau der Korallen.

Stiel einer sogenannten Seefeder (Pennatula), einer Polypengattung, deren Stock weich ist und im Innern einen biegsamen, kalkigen Stiel enthält; Nr. 4 sind Kalkschuppen oder Höcker von Isis hippuris, deren Korallenstock einen baumartigen Wuchs hat, Nr. 5 dergleichen von Gorgonia elata, Nr. 6 von Alcyonium, Nr. 7 von Gorgonia umbraculum.

Mit den Korallen sind jedenfalls nahe verwandt die Spongien oder Schwämme, von denen eine Art ein bedeutende Wichtigkeit für den Menschen hat, indem ihr Gehäus den bekannten Bade- oder Waschschwamm bildet. Man hat die Spongien lange Zeit für Pflanzen gehalten, doch ist gegenwärtig

ihre Thiernatur außer allen Zweifel gestellt. Die Spongien sind aus einem eigenthümlichen, elastisch biegsamen Stoff gebildete Gehäuse polypenartiger Thierchen, welche gesellig leben, gleich den Korallenpolypen, und sitzen gleich den Korallenstöcken auf dem Grunde des Meeres fest. Die Thiere selbst kennt man noch nicht, wahrscheinlich weil sie sehr klein sind, wohl aber ihre Thätigkeit. Bei lebenden Spongien nämlich spritzt aus bestimmten Oeffnungen des Gehäuses eine Flüssigkeit ununterbrochen mit großer Heftigkeit in kleinen Strahlen hervor, und mit dieser Flüssigkeit werden auch feste Körperchen ausgeworfen. Diese seltsame Erscheinung ist noch nicht aufgeklärt, bietet aber dem bewaffneten Auge einen überaus imponirenden Anblick dar. Figur 96 stellt Stückchen von zwei Arten von Spongien (1 Spongia coalita, 2 Spongia panicea), welche in dieser eigenthümlichen Lebensthätigkeit begriffen sind, vergrößert dar. Auch in unseren Teichen lebt ein spongienartiges Geschöpf, die grüngefärbte, an Wasserpflanzen und andere feste Gegenstände angeheftete, Schwämmchen bildende Spongilla fluviatilis.

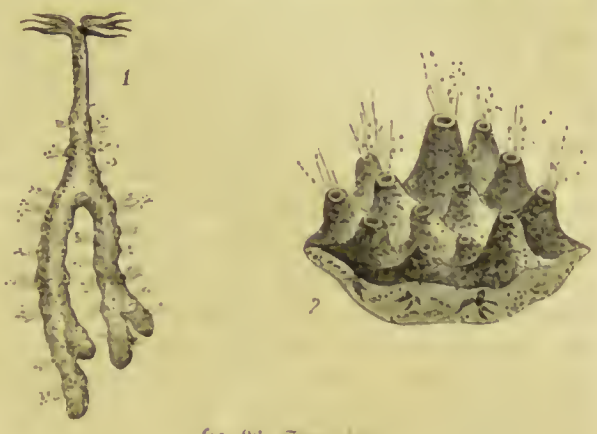


Fig. 96. Spongien.

Die Strahlthiere.

Da die Strahlthiere sämmtlich im Meere leben und für den Menschen nur geringe Wichtigkeit besitzen, so wollen wir uns bei denselben nicht lange aufhalten, um Platz für die wichtigeren Thierklassen zu gewinnen. Strahlthiere (Radiaten) nennt man diese Geschöpfe, weil entweder ihr ganzer Leib oder wenigstens ein Theil desselben eine strahlenförmige Anordnung der Organe erkennen läßt. Am auffallendsten tritt diese strahlenförmige Anordnung bei den bekannten Seesternen (Asteriden) hervor. Hier besteht die Grundlage des fünfeckigen oder sternförmigen, oft in lange, zuweilen vielfach verästelte Strahlen auslaufenden Körpers aus einem aus kalkigen Wirbeln zusammengefügten Gerüst, welches von der mit einer großen Zusammenziehbarkeit (Contractilität) begabten Körperhaut des Thieres überzogen und dadurch einer mannigfaltigen Bewegung fähig ist, so daß die Strahlen beliebig einander genähert und von einander entfernt, sowie nach allen Richtungen hin bewegt werden können. In der vom Wirbelgerüst umschlossenen Körperhöhle befindet sich ein blinder nach außen zu mit der im Mittelpunkt der untern Körperfläche gelegenen Mundöffnung endigender Magensack, in welchen mehrere rings um den Magen gestellte Blinddärme münden, deren

Zahl derjenigen der Strahlen des Körpers entspricht. Ein After fehlt. Zunächst verwandt mit den Seesternen sind die Seeigel (Echiniden). Ihr kugeliger Körper ist mit einer dünnen Kalkkruste umkleidet, welche aus kleinen, regelmäßig in einander gefügten Kalkstückchen besteht und mit vielen kleinen, höchst regelmäßig gestellten Höckern besetzt ist, auf denen bald kleine dünne, bald lange dicke Stacheln beweglich eingelenkt sind. Gewöhnlich in der Mitte der untern Fläche besitzt dieses Kalkgehäuse ein rundes Loch. Hier nämlich liegt der Mund des eigentlichen, gallertartigen Thieres, welches einen schlauchförmigen Darm enthält, der mit einem After endigt. Die Lage des letztern ist verschieden, bald dem Munde gegenüber in der Mitte der obern Fläche, bald an der Seite des Gehäuses, welches daselbst natürlich ebenfalls mit einem Loche versehen ist. Viele andere kleinere Löcher liegen strahlenförmig um den Scheitel des Gehäuses, meist in fünf Reihen. Durch diese Löcher steckt das Thier gallertartige Füßchen heraus, mit denen es auf dem Grunde des Meeres kriecht; auch öffnen sich in diesen Löchern die im Körper des Thieres verborgenen Eierleiter. Der Mund ist mit einem aus fünf, den Nagezähnen eines Hamsters ganz ähnlichen Zähnen zusammengesetzten Kauapparat versehen. Aus alle dem geht hervor, daß die Seeigel schon bedeutend vollkommnere Geschöpfe sind, als die Seesterne. Viel unvollkommener sind die schon durch ihre Häßlichkeit sich unvortheilhaft von den zierlichen Seeigeln und Seesternen unterscheidenden Quallen (Acalephen) und Holothurien, welche die beiden anderen Ordnungen der Strahlthiere bilden. Erstere besitzen einen bald kugel-, bald ei-, bald walzen-, bald scheibenförmigen, oft sehr großen, gallertartigen Körper, den eine durchsichtige Haut überzieht, welche so zart ist, daß sie, wenn man ein solches Thier aus dem Wasser herausnimmt, in Folge der durch die Schwere des Körpers bewirkten Dehnung leicht zerplatzt. Die Quallen haben keinen After, blos eine Mundöffnung, mit welcher der in der Mitte des Körpers gelegene, oft mit strahlenförmig angeordneten Blinddärmen oder Gefäßen versehene Magen in Verbindung steht. Von Nerven und Sinnesorganen ist keine Spur wahrzunehmen, dagegen sind bei allen Quallen zahlreiche Fortbewegungsorgane von sehr verschiedener Form vorhanden. Die Quallen schwimmen frei im Meere, sind oft sehr schön gefärbt und leuchten des Nachts mit blendend hellem Phosphorglanz. Die Holothurien endlich sind häßliche, walzenförmige Würmer, welche bisweilen mehrere Fuß lang werden, an dem einen Körperende einen mit kranzförmig gestellten Fühlern versehenen Mund, an dem andern Körperende einen After haben und sich durch sehr zahlreiche, gallertartige Füßchen fortbewegen, welche sie durch kleine in ihrer lederartigen Haut befindliche Löcher hervorzustrecken vermögen.

Der mikroskopische Bau der Holothurien, Quallen und der in den Echiniden- und Asteridengehäusen steckenden Thiere ist noch wenig bekannt. Besser kennt man den Bau der Gehäuse der Seesterne und Seeigel, welcher immer sehr regelmäßig und oft sehr zierlich ist. Besonders zeichnen sich die Stachel der Seeigel in dieser Hinsicht aus, wie der geehrte Leser aus Fig. 97. ersehen kann, wo oben ein Stück eines Querdurchschnittes durch einen solchen Stachel in starker Vergröße-

rung dargestellt ist. Der Aehnlichkeit halber hat der Künstler links daneben einen stark vergrößerten Durchschnitt durch eine Krebsschale abgebildet.

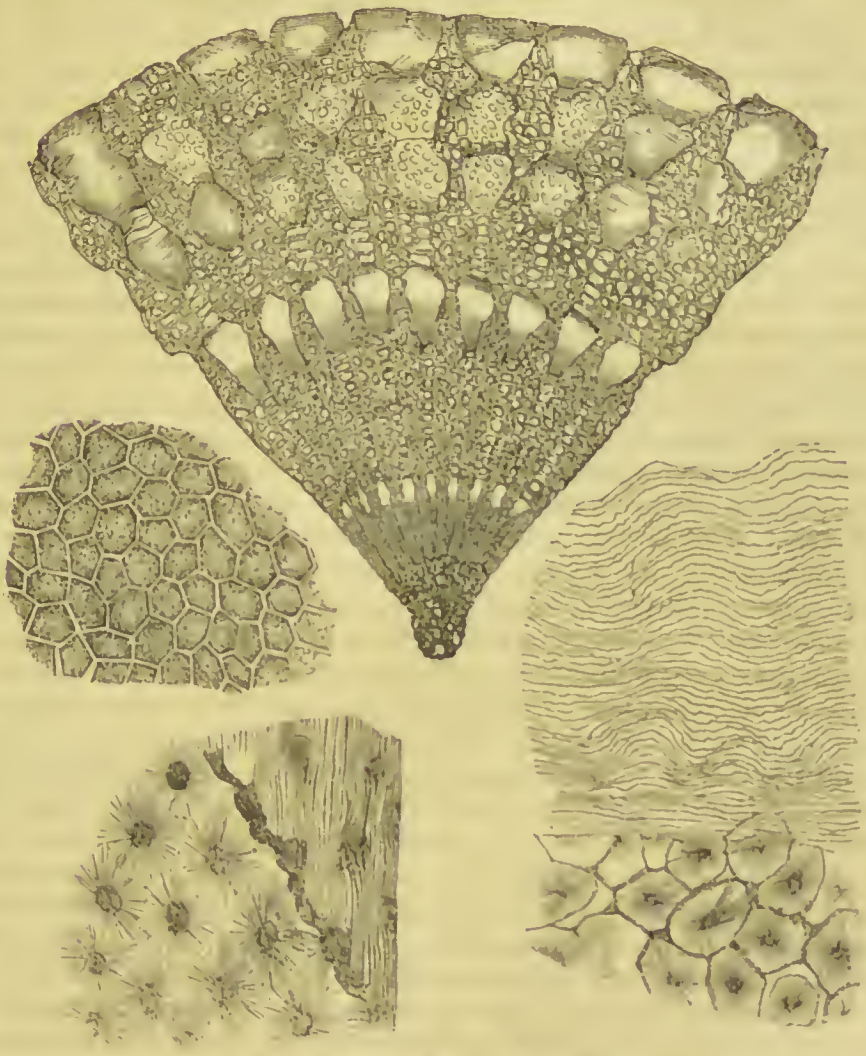


Fig. 97. Stacheln von Seeigeln, Schneckenhäuser.

Die Weichthiere.

Wir treten nun in eine bekanntere Region des Thierreichs ein, denn wer kennt nicht Schnecken und Muscheln? Ich kann mich daher auch hier kurz fassen, um so mehr, als diese Thiere mit Ausnahme des Gefüges ihrer Gehäuse und einzelner Theile ihres eigentlichen Körpers wenig Stoff zu mikroskopischen Bildern, wie sie sich für dieses Büchlein schicken, darbieten. Die Weichthiere oder Mollus-

ken zeigen unter allen Bauchthieren die vollendetste Ausbildung der inneren und der Sinnesorgane, während sie hinsichtlich der Bewegungsorgane, wenige ausgenommen, den Strahlthieren nachstehen. Sie besitzen Muskeln, sehr vollkommene aus Magen und Därmen bestehende Verdauungsorgane, eine meist sehr große Leber, Nieren, ein vollständiges aus Pulsadern (Arterien) und Blutadern (Venen) bestehendes Gefäßsystem, dessen Mittelpunkt ein muskulöses Herz ist (bei den vollkommensten Mollusken sind sogar drei Herzen vorhanden), ein aus durch Fäden verbundenen Knoten (Ganglien) zusammengesetztes Nervensystem, und große Athmungsorgane, die bald als Lungen, bald als Kiemen ausgebildet sind, je nachdem die Mollusken auf dem Lande oder im Wasser wohnen. Dagegen fehlen ihnen, mit Ausnahme einer einzigen Ordnung (der Rankenfüßler), eigentliche Füße gänzlich. Bei der Mehrzahl, nämlich bei den Schnecken und Muscheln, dient blos eine flache Muskelsohle, mittelst welcher sie langsam kriechen, oder ein fleischiger Fortsatz, mit dem sie sich fortschieben, als Bewegungsorgan, bei den übrigen sind die Füße durch flossenförmige Häute, oder durch fleischige, zugleich als Fangwerkzeuge dienende Arme vertreten. Die Bewegung wird vorzüglich durch die Muskeln ausgeführt oder wenigstens unterstützt, indem dieselben durch ihre Zusammenziehung und Ausdehnung mannigfache Beugungen, Verkürzungen und Verlängerungen des Körpers bewirken. Diese Muskeln sind an verschiedenen Stellen unter der Haut angeheftet. Letztere ist immer weich und schlüpfrig, und umgiebt bei den meisten Mollusken den Körper in Form, einer locker anschließenden faltigen Hülle, welche Mantel genannt wird. Bei der Mehrzahl der Mollusken sondert der Mantel an seiner Außenfläche einen kalkhaltigen Saft ab, welcher durch Erhärtung eine Schale oder ein Gehäuse bildet, das dem Thiere als Wohnung und Panzer dient. Den Anfang dieser Schale kann man schon an dem ganz jungen und winzig kleinen Thiere im Ei entdecken. In dem Maaße, wie das Thier wächst, nimmt auch die Schale an Umfang und Dicke zu, indem sich immer neue Kalkschichten über die älteren legen. Der Gehalt an Kalk bedingt den Grad ihrer Härte; wo sie nämlich wenig Kalk enthält, wie bei den meisten Land- und Süßwassermollusken, ist sie leicht zerbrechlich, oft fast hornartig und bisweilen durchsichtig; wo sie dagegen viel Kalk enthält, wie bei fast allen Meermollusken, ist sie dickwandig und fest. Viele Weichthiere (sämmtliche Muscheln) besitzen eigentlich blos einen Rumpf, indem ihnen sowol Füße und Arme, als der Kopf gänzlich fehlen. Andere dagegen haben einen deutlichen Kopf mit Fühlern und Augen, ja bei den vollkommensten (den Kopffüßlern) findet sich sogar ein Gehörorgan. Die Fortpflanzung und Vermehrung der Weichthiere geschieht auf sehr verschiedene Art. Viele (die Muscheln) scheinen nur einen Eierstock zu besitzen, an dem die Eier, ohne der Befruchtung zu bedürfen, ihre Reife erlangen; andere (die Schnecken) sind Zwitter, die sich selbst oder gegenseitig befruchten; noch andere getrennten Geschlechts. Die Mehrzahl legt Eier, nur wenige gebären lebendige Junge.

Nach dieser allgemeinen Charakteristik der Mollusken will ich, ehe ich zu der Schilderung des mikroskopischen Baues der Gehäuse sowie einzelner Organe übergehe, eine Uebersicht der natürlichen Ordnungen, in welche diese große Thierklasse

zerfällt, einschalten. Zunächst werden sämmtliche Weichthiere in kopflose und mit einem Kopf begabte eingetheilt. Erstere sind natürlich unvollkommener als letztere. Jede dieser beiden Abtheilungen zerfällt in vier Ordnungen. Die erste Ordnung der kopflosen Weichthiere, welche die allerunvollkommensten Mollusken enthält, ist diejenige der Manteltbiere (Tunicata) oder der Salpen und Seescheiden. Bei diesen Mollusken, welche sämmtlich im Meere leben, umschließt der bald knorpelig-gallertartige, bald lederartige, stets mit zwei Oeffnungen versehene Mantel das nackte, niemals von einer Schale bedeckte Thier gänzlich. Durch die eine Oeffnung des Mantels mündet die Kiemenhöhle nach außen; der Mund liegt stets in ihrem Grunde oder an einer ihrer Wände, der After in oder nahe bei der andern Oeffnung. Die Seescheiden (Ascidien) sitzen gleich den Polypen mit der Grundfläche ihres Mantels oder mittelst eines Stieles an Felsen fest, oft haufenweise beisammen, und ziehen durch die Oeffnung ihres Kiemensackes Wasser ein, welches sie mit Heftigkeit wieder ausspritzen. Es giebt einfache und zusammengesetzte. Letztere, immer sehr klein, pflegen innerhalb einer gemeinsamen Hülle sehr regelmäßig um einen Mittelpunkt gruppirt zu sein. Die Salpen (Thaliaden) schwimmen frei, bald einzeln, bald zu band- oder scheibenförmigen Gruppen an einander gereiht, im Meere, die einzelnen mit vorwärts gekehrtem Afterende und abwärts gerichteter Rückenseite, und zwar ruckweise. Ihr Körper ist nämlich immer hohl und an beiden Enden, entsprechend den beiden Mantellöchern, offen. Durch die kleinere vordere, mittelst einer Klappe verschließbare Oeffnung nimmt das Thier in Zwischenräumen Wasser ein, und treibt dasselbe durch die weitere hintere Oeffnung wieder aus. In der Nähe der letztern Oeffnung liegt der Mund, bei der vordern der After, Magen, Darm und Herz an der Rückenseite der großen Kiemenhöhle. Die zweite, ungleich größere Ordnung der kopflosen Mollusken wird von den Muscheltbieren (Conchifera) gebildet. Bei diesen bekanntlich theils in Teichen, Flüssen und Bächen, theils und der Mehrzahl nach im Meere lebenden Mollusken ist der Rumpf von einem zweilappigen Mantel umschlossen und letzterer meist von zwei Schalen bedeckt, welche an der Rückenseite des Thieres mittelst eines elastischen knorpeligen Bandes (des Ligaments) verbunden, auch häufig mittelst in einander greifender Vorsprünge und Vertiefungen, welche das sogenannte „Schloß" bilden, in einander gefügt sind. Zwischen dem Rumpfe und dem Mantelrande hängen auf jeder Seite zwei große, von vielen Adern durchzogene Hautlappen herab, die Kiemen. Vorn im Grunde der Mantellappen liegt der Mund, am hintern Ende der After, an der Rückenseite das Herz. Die Bauchseite des Rumpfes ist oft in einen verschiedenartig gestalteten, zwischen den Kiemenblättern gelegenen Fortsatz, den sogenannten „Fuß", verlängert. Mit diesem Fuße kriechen die Muschelthiere im Schlamme, viele sitzen aber auch an Felsen und anderen Gegenständen fest, und diese sind nicht selten durch eine an der Grundfläche des Fußes hervorgewachsene Fasermasse, den sogenannten „Bart", angeheftet. Das Schließen der Muschelschalen, deren Gestalt stets von derjenigen des Mantels abhängt, geschieht durch einen oder durch zwei quer von der einen zur andern Schale gehende Muskeln, deren Eindrücke man auf der Innen-

fläche der Schalen bemerkt. Danach zerfallen die Muschelthiere in einmuskelige (Monomya) und zweimuskelige (Dimya). Zu letzteren gehören die meisten. An diese eigentlichen Muschelthiere schließen sich unmittelbar die Armfüßler (Brachiopoda) an, welche die dritte Ordnung bilden. Sie besitzen ebenfalls einen zweilappigen Mantel und eine zweischalige Muschel, außerdem aber zwei fleischige, gefranste Arme, welche sie aus der Schale hervorzustrecken und wieder einzuziehen vermögen, und die ihnen zum Ergreifen der Beute dienen. Die Armfüßler, gegenwärtig nur eine kleine Thiergruppe, in früheren Zeiten aber eine sehr große, wie ihre zahlreichen versteinerten Muscheln beweisen, bewohnen alle das Meer, auf dessen Grunde sie, oft in großer Tiefe, theils mittelst eines Stieles, theils unmittelbar mit einer ihrer Schalen, die immer von sehr verschiedener Größe und Gestalt sind, festsitzen. Die vierte und höchste Ordnung der kopflosen Weichthiere besteht aus den Rankenfüßlern (Cirrhopoda). Diese ebenfalls ausschließlich im Meer lebenden Mollusken unterscheiden sich von allen übrigen durch ihre eigenthümlichen, an der Bauchseite des Rumpfes zwischen Mund und After paarweise gestellten Füße. Jeder Fuß besteht nämlich aus einem kurzen fleischigen Stiele und zwei hornartigen, vielgliederigen, gewimperten Ranken, welche an den Stiel befestigt sind. Die Mehrzahl der Rankenfüßler ist mit einem Gehäus versehen, welches aus mehreren getrennten Schalstücken besteht die auch hier das Product des Mantels sind. Letzterer, immer von fleischiger Beschaffenheit, ist nur an der Bauchseite des Thieres durch einen Schlitz geöffnet und läuft in einen fleischigen Stiel oder in eine breite Sohle aus, womit das Thier an Steinen und anderen Gegenständen festsitzt. Die Rankenfüßler bilden auch nur eine kleine Thiergruppe; zu ihnen gehören die bekannten Entenmuscheln und Seeeicheln.*) Die erste und niedrigste Ordnung der mit einem Kopfe begabten Weichthiere begreift sämmtliche Schnecken oder Bauchfüßler (Gasteropoda) in sich und ist daher eine sehr große. Die hieher gehörigen Thiere unterscheiden sich auf den ersten Blick von allen übrigen Mollusken durch die fleischige, an der Bauchseite gelegene Sohle, auf welcher sie langsam kriechen, durch die am Kopfende befindlichen, mit kugeligen Augen besetzten Fühler, die sie beliebig vorstrecken und einziehen können, und durch ihr zierliches Gehäuse, welches in der Regel als eine schraubenförmig aufgerollte Röhre ausgebildet, seltener von napf- oder mützenförmiger Gestalt ist. Nur wenige Schnecken besitzen keine Schale, wenigstens keine aus Kalk bestehende Schale, sondern höchstens ein fleischiges, die Lungenhöhle bedeckendes Schild. Dahin gehören unsere bekannten schwarzen und braunen Waldschnecken, sowie die grauen Ackerschnecken, die oft so große Verheerungen anrichten. Alle Schnecken sind nämlich pflanzenfressende Thiere. Die Gehäuseschnecken leben entweder auf der Erde oder im Wasser, und zwar sowol im süßen Wasser, als im Meere, ja die Mehrzahl der Wasserschnecken und der Schnecken überhaupt gehört dem Meere an. Die meisten Wasserschnecken haben an der Oeff-

*) Die neuere Systematik stellt sämmtliche Rankenfüßler zu den Crustaceen.

nung einen beweglich angebrachten, hornartigen Deckel, mit welchem sie den Zugang zu ihrer Wohnung beliebig verschließen und öffnen können. Von dem innern Bau dieser Thiere, unzweifelhaft den interessantesten von allen Mollusken, wird weiter unten die Rede sein. Die drei übrigen Ordnungen der Kopfmollusken sind sehr klein und bestehen aus Meerthieren, welche meist in der hohen See leben, und daher nur durch Stürme an die Küsten verschlagen werden. Die auf die Schnecken zunächst folgende Ordnung ist diejenige der Kielfüßler (Heteropoda). Diese besitzen einen gestreckten, gallertartig durchsichtigen Körper, welcher an der Bauchseite mit einem kielförmig zusammengedrückten Fuße, der dem Thiere gleichzeitig als Flosse zum Schwimmen und als Anheftungsorgan dient, an der Rückenseite mit einer sehr dünnen und zerbrechlichen Schale versehen ist, unter welcher

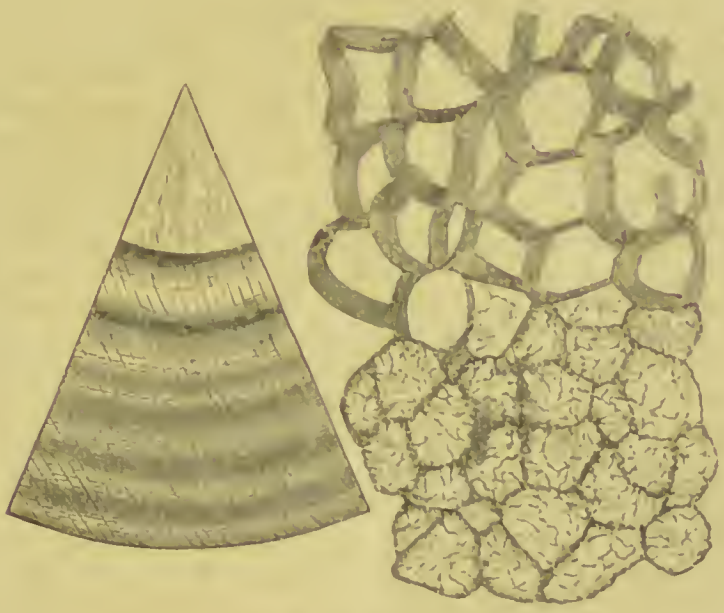


Fig. 98. Perlen.

die kammförmigen Kiemen liegen. Die Kielfüßler haben einen rüsselförmigen Kopf, schwimmen immer auf dem Rücken und bewohnen vorzüglich den atlantischen und indischen Ocean. An sie schließen sich die Flossenfüßler (Pteropoda) an, welche durch die beiden seitlichen, flügelförmigen Fortsätze ihres Mantels, die ihnen als Ruderorgane dienen, ausgezeichnet und immer sehr klein sind. Einige besitzen einen deutlichen, mit Fühlern und Augen begabten Kopf, anderen fehlen die Fühler und Augen durchaus. Sie sind Zwitter, wie die Schnecken, bald nackt, bald mit einer dünnen Schale bedeckt, und bewegen sich sehr rasch. Von der letzten und vollkommensten Ordnung der Kopfmollusken, den Kopffüßlern (Ce-

pholopoda), ist bereits oben S. 153 die Rede gewesen. Obgleich sie sämmtlich häßliche Thiere sind, so besitzen doch manche ein sehr zierliches Gehäuse. Dahin gehören das sogenannte Schiffsboot (Nautilus), dessen großes, schneckenförmig aufgerolltes Gehäus durch Querscheidewände in Kammern getheilt ist, in deren vorderster das Thier sitzt, und der bekannte Papiernautilus oder Argonaut (Argonauta), dessen einfache Schale wie ein Kahn gestaltet, sehr dünn und zierlich gerippt ist.

Wir wollen nun einige mikroskopische Blicke in den Bau der Mollusken thun, uns dabei aber blos auf die Muscheln und Schnecken beschränken. Hier ziehen zunächst die bunten, oft höchst eleganten und merkwürdig gestalteten Schalen und Gehäuse unsere Aufmerksamkeit auf sich. So zierlich dieselben auch äußerlich aussehen mögen, so sind sie inwendig doch noch viel zierlicher gestaltet. Der Leser wird sich davon überzeugen, wenn er sich die beiden unteren Abb. auf Fig. 97. ansehen will, von denen die linke ein Stückchen eines Durchschnittes durch das Gehäuse einer Seeschnecke, der Haliotis splendens, die rechte ein Stückchen von der Schale einer Seemuschel, der Terebratula rubicunda in starker Vergrößerung darstellt. Desgleichen besitzen die Perlen, die sich bekanntlich sowol in Fluß- als in Seemuscheln erzeugen, einen höchst zierlichen Bau. Fig. 98. zeigt stark vergrößerte Durchschnitte durch eine kleine, purpurrothe Perle einer Seemuschel, eines Mytilus (links) und durch eine ächte orientalische Perle (rechts). Erstere besteht aus concentrischen dunkler und heller gefärbten und gestreiften Schichten, letztere aus durchsichtigen, farblosen, prismatischen Zellen, deren Seitenwände zierlich gestreift sind. Allein der Bau der Schneckenhäuser, Muschelschalen und Perlen ist noch lange nicht das Merkwürdigste, was die von Vielen mit Ekel betrachteten Weichthiere besitzen. Viel Schöneres, viel Wunderbareres bieten einzelne Theile des eigentlichen, scheinbar so formlosen Körpers jener Thiere dar. Unter denselben steht die Zunge der Schnecken obenan, indem deren Bau unter dem Mikroskop eine Formenmannigfaltigkeit und eine Schönheit erkennen läßt, welche jeden mit einem noch unverdorbenen Geschmack und mit natürlichem Gefühl begabten Menschen in das höchste Erstaunen versetzen muß. Mit Recht sagt der gründliche Kenner der Mollusken — Roßmäßler — von der Zunge der Schnecken, daß das ganze Thier- und Pflanzenreich nichts darbiete, woran der Ideenreichthum der Natur und eine unerschöpfliche Mannigfaltigkeit der elegantesten Schönheit in kleinem Raume in dem Grade sich ausdrücke, als an jenem Gliede der Weichthiere. Bevor ich den geehrten Leser aber mit der Zunge der Schnecken bekannt machen kann, muß ich ihn erst über deren Lage im Schneckenkörper belehren. An der untern Seite des Körpers, bei den Landschnecken stets unterhalb der beiden kürzeren Fühler, befindet sich der ziemlich große Mund. Wenn die Schnecke den Mund öffnet, zeigt sich oben, bei den größeren Landschnecken sehr deutlich sichtbar, der kastanienbraune halbmondförmige, an seinem untern Rande gezähnte Oberkiefer, unten, aus dem Schlunde herauskommend, ein löffelförmiger Körper, der beim Fressen eine schöpfende oder leckende Bewegung macht. Dieser Körper ist das umgebogene vordere Ende der Zunge. Nach hinten zu geht die Zunge in ein mehr oder

weniger langes Band über, welches in dem aus zwei Halbkugeln zusammengesetzten Schlundkopfe, der sich am Eingange der Speiseröhre befindet, angeheftet ist. Fig. 99. zeigt bei Abb. I den Schlundkopf (c) mit der Zunge (b a) von der gemeinen Weinbergsschnecke (Helix pomatia) in schwacher Vergrößerung. Diese Zunge der Schnecken ist ein ganz eigenthümliches Organ, indem sie gleichzeitig den Dienst einer wirklichen Zunge und denjenigen der Zähne oder Kauwerkzeuge versieht. Deshalb besteht sie aus einer großen Menge von mikroskopisch kleinen, festen, hacken- oder zahnförmigen Körperchen, welche bald feststehend, bald beweg-

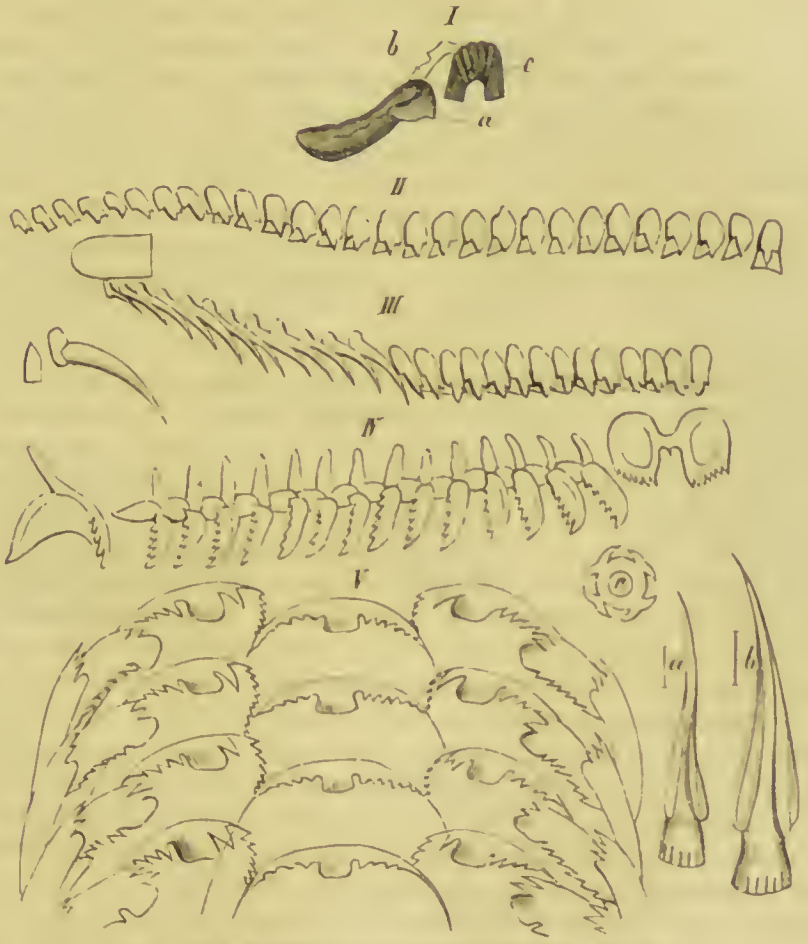


Fig. 99. Schneckenzungen und Liebespfeile der Schnecken.

lich in eine Haut höchst regelmäßig eingefügt sind und die Oberfläche der Zunge hart und rauh machen. Bei jeder Gattung, ja bei jeder Art erscheint diese merkwürdige Zunge auf andere Weise aus jenen Zähnchen oder Häckchen zusammengesetzt und diese anders gebildet, wie Abb. II, III, IV u. V beweisen, welche Durch-

schnitte und einzelne Theile verschiedener Schneckenzungen in starker Vergrößerung darstellen. Nämlich II ist die linke Hälfte einer Querreihe von Zähnchen von der Zunge der Weinbergsschnecke, III dasselbe von der Zunge der gemeinen nackten Ackerschnecke (Limax agrestis), IV dasselbe von der Zunge einer deutschen Wasserschnecke, der Blasenschnecke (Physa hypnorum), V eine Anzahl Querreihen von der Zunge der lebendig gebährenden Sumpfschnecke (Paludina vivipara). Die Zahl der so regelmäßig angeordneten Zähnchen oder Häckchen ist ungeheuer; die Zunge der Weinbergsschnecke besitzt deren nach Roßmäßler 19000! Hier sind die Häckchen ungefähr wie gekrümmte Rosenstacheln gestaltet. „Beim Lecken oder vielmehr Abreiben der Nahrung, denn reibendes Lecken kann man die Verrichtung der Zunge nennen — sagt Roßmäßler*) — wird der vordere umgebogene Theil derselben fortwährend abgenutzt, und deshalb sind auch hier die Häckchen immer abgestumpft und namentlich die der Spitze oft bis auf bloße Stummel abgenutzt. Dabei lösen sich nicht selten, wahrscheinlich je nach Beschaffenheit der Nahrung, ganze Querreihen von Häckchen, ja ganze schachbretartige Partien der Zungenbewehrung los, die dann mit der Nahrung verschluckt und im Darmkanal und dem ausgeworfenen Koth gefunden werden. Ich habe einmal in einem Kothklumpen ein Feld von wenigstens 200 Zungenzähnchen und niemals den Koth ohne dergleichen gefunden. So würde denn die Zunge bald verbraucht sein, wenn sie sich nicht ersetzte. Dies geschieht in einer auffallenden Weise bei allen Mollusken, die bisher darauf untersucht worden sind. Der hintere Theil der Zunge ist immer im Nachbilden begriffen. Bei ihm bemerkt man die sich neu bildenden Häckchen zuerst als feine zarte Fransen, die allmählich in feste und gestaltlich ausgebildete übergehen.“ — Ein nicht minder merkwürdiges Organ des Schneckenkörpers ist der sogenannte Liebespfeil, von dem man vielleicht schon gehört haben wird. Die Schnecken sind nämlich, mit wenigen Ausnahmen, wie ich schon bemerkt habe, Zwitter. Außer den eigentlichen Geschlechtsorganen besitzen nun die Landschnecken einen kleinen, festen, stielförmigen, scharf zugespitzten, oft vierschneidigen, bald geraden, bald gekrümmten Körper, der aus Kalk besteht und Liebespfeil genannt wird, weil bei der Begattung die Schnecken denselben fortschnellen, gewissermaßen auf einander abschießen. Dieser räthselhafte Pfeil steckt in einer besondern Hülle, in welcher er sich immer wieder von neuem erzeugt, und ist, wie die Zunge, bei jeder Art anders gestaltet. Fig. 99. zeigt stark vergrößert bei a den Liebespfeil der Helix lactea, bei b denselben im Querschnitt, bei c denjenigen der Helix punctata. Die neben den Pfeilen befindlichen Striche deuten die wirkliche Länge jener Pfeile an.

Höchst interessant ist auch die Entwickelungsgeschichte der Gehäusschnecken oder die allmähliche Bildung des Thieres und seines Gehäuses. Ich will dem geehrten Leser dieselbe an der gemeinen Teichschnecke (Lymnaea stagnalis) erläutern und bitte, bei Lesung meiner Schilderung Fig. 100 im Auge zu be-

*) „Die Zunge der Weichthiere“ in Abel's „Aus der Natur“ (Leipzig, bei Abel), ein sehr lesenswerther und allgemein verständlicher Aufsatz.

halten, wo die verschiedenen Entwickelungsstufen dieser Schnecke, welche bei g in vollkommen ausgebildetem Zustande und in natürlicher Größe abgebildet ist, dargestellt sind. Die Teichschnecke gehört zu den Eier legenden Schnecken, und zwar legt sie ihre Eier nicht einzeln, sondern gleich allen Süßwasserschnecken haufenweise in zarte durchsichtige Säckchen eingeschlossen. Fig. 100. a zeigt einen solchen Eiersack, welcher immer 50 bis 60 Eier enthält, in starker Vergrößerung. Unmittelbar nachdem die Eier gelegt sind, erscheinen sie als durchsichtige, mit einer vollkommen hellen und farblosen Flüssigkeit erfüllte Bläschen oder Zellen. Aber schon nach 24 Stunden zeigt sich in jedem Ei ein kleiner gelber Fleck an der Wandung und 48 Stunden später bemerkt man in diesem, mittlerweile etwas größer gewordenen Fleck noch einen kleinern von dunklerer Farbe. Am fünften Tage gewahrt man, daß dieser Fleck doppelt so groß als anfangs geworden ist und daß er seine Stelle verändert hat (b), am achten Tage, daß derselbe sich in einen gallertartigen auf der einen Seite mit einer kleinen, durchsichtigen Schale bedeck-

Fig. 100. Entwickelungsgeschichte der Teichschnecke.

ten Körper verwandelt hat (c). Nun löst sich der Embryo sehr bald von der Wand ab und beginnt sich im Ei von rechts nach links zu drehen. Während dieser Bewegung wächst er ununterbrochen, so daß man am 16. Tage an demselben das gewundene Gehäuse unter dem Mikroskop bereits deutlich erkennen kann (d). Am 18. Tage bemerkt man an der vordern, vom Gehäuse nicht bedeckten Seite des Thieres zwei kleine schwarze Fleckchen, die sich bildenden Fühler, und am 26. bis 28. Tage ist auch das eigentliche Thier vollkommen ausgebildet (f). Schon vorher war die junge Schnecke dem Ei entschlüpft; bevor sie aber ihre volle Größe und die ihr von der Natur vorgeschriebene Form erlangt, vergehen noch einige Monate.

Die Würmer.

Ich fasse unter dem Namen „Würmer" hier sowol die Außen- oder Ringelwürmer, als die Innen- oder Eingeweidewürmer zusammen, und will mir über beide Klassen blos einige wenige Bemerkungen erlauben. Und zwar wollen wir uns mit den Eingeweidewürmern, als den vollkommneren und den uns am meisten interessirenden Würmern, zunächst und vorzugsweise beschäftigen. Die Eingeweidewürmer (Entozoa) sind Thiere von sehr verschiedener Bildung und Gestalt, die nur darin mit einander übereinstimmen, daß sie im Innern anderer Thierkörper entstehen, leben und sich fortpflanzen. Ihr weicher Körper ist gewöhnlich nicht deutlich gegliedert, doch zeigt die schleimige, meist farblose Haut der vollkommneren oft querverlaufende ringförmige Muskelfasern. Alle besitzen einen Saugmund ohne Kauwerkzeuge, einen Darmkanal bald mit, bald ohne After, und sehr ausgebildete Geschlechtsorgane. Dagegen fehlen besondere Athmungsorgane und wirkliche Augen. Bei vielen hat man Spuren eines Nervensystems entdeckt, desgleichen Blutgefäße, doch enthalten letztere kein rothes Blut, sondern blos einen weißlichen Saft. Die Eingeweidewürmer zerfallen in fünf Ordnungen, nämlich: Rundwürmer (Nematoidea) mit walzenförmigem Leib, schlauchförmigem Darm, Mund und After; Hackenwürmer (Acanthocephala), mit schlauchförmigem, länglichem Körper, welcher am Vorderende einen einziehbaren, verschiedenartig gestalteten und mit vielen harten, nach hinten gerichteten Häckchen besetzten Saugrüssel, aber keine Afteröffnung besitzt; Saugwürmer (Trematoda), mit weichem, rundlichem oder flachem Körper ohne After, an dessen Außenfläche sich Saugnäpfe befinden und welcher inwendig einen gabel- oder gefäßartig verzweigten Darmkanal enthält; Bandwürmer (Cestoidea), mit bandförmigem, flachem, gegliedertem Körper, zwei bis vier Saugnäpfen am Kopfe und doppelten Geschlechtsorganen an jedem Gliede; endlich Blasenwürmer (Cystica), mit blasenförmigem oder in eine große Schwanzblase endigendem Körper und mit einem mit Saugnäpfen oder mit einem Hackenkranze versehenen Kopfe. Die Rund- und Hackenwürmer sind getrennten Geschlechts, die Saug- und Bandwürmer Zwitter; die Blasenwürmer besitzen gar keine deutlichen Geschlechtsorgane und sind daher vielleicht blos Entwickelungsstufen anderer Eingeweidewürmer. Zu den Rundwürmern gehört der bekannte Spulwurm (Ascaris lumbricoides); zu den Hackenwürmern der sogenannte Kratzer (Echinorrhynchus gigas), welcher häufig im Dünndarm der Schweine entsteht, besonders wenn sie mit Eicheln gemästet werden; zu den Saugwürmern der Leberegel (Distoma hepaticum) in der Gallenblase und den Gallengängen des Menschen; zu den Bandwürmern der gemeine Bandwurm (Taenia Solium) und der Grubenkopf oder breite Bandwurm (Bothryocephalus latus), beide in den Dünndärmen des Menschen; zu den Blasenwürmern die Finne (Cysticercus cellulosae), im Fleische des Menschen und besonders der Schweine, der Drehwurm (Coenurus cerebralis), im Gehirn der Schaafe, bei denen er die bekannte Drehkrankheit verursacht, und der

Blasenwurm (Echinococcus hominis), in der Leber des Menschen. Letzterer ist ein fast mikroskopischer Wurm, welcher gesellig in mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllten Blasen lebt, die im Gewebe der Leber entstehen und manchmal fast faustgroß werden. Fig. 101. stellt eine Gruppe von fünf solchen Würmchen mit 250 Mal vergrößertem Durchmesser dar. Ein im Anfange ebenfalls mikroskopischer Wurm ist der mit Recht gefürchtete Faden- oder Guinewurm (Filaria medinensis), welcher im tropischen Afrika und Asien sich häufig unter der Haut des Menschen erzeugt und furchtbare Schmerzen verursacht. Dieser zu den Rundwürmern gehörende Wurm, den Fig. 102. in verschiedenen Entwickelungsstufen vergrößert darstellt, liegt während der ersten Monate seiner Entwickelung ganz ruhig zusammengerollt (Fig. 102. Abb. 3) in einem winzig kleinen Säckchen eingeschlossen im Zellgewebe unter der Haut (Fig. 102. Abb. 2), und verursacht da gar keine schmerzhafte Empfindung. Sodann aber dehnt er sich aus (Fig. 102. Abb. 1, 4) und beginnt nun sehr rasch zu wachsen, wodurch er gezwungen wird, das Zellgewebe unter der Haut zu zerstören. Er verursacht nun die heftigsten Schmerzen, Entzündung und Eiterung und durchbricht endlich die Haut. Der ausgewachsene, etwa 1 Linie dicke Wurm ist von durchsichtig milchweißer Farbe und soll bisweilen die enorme Länge von 6 Fuß erreichen. — Ehe man die Eier der Eingeweidewürmer entdeckte und die außerordentliche Lebenszähigkeit derselben kannte, glaubte man allgemein, daß die Eingeweidewürmer von selbst, vielleicht in Folge einer Krankheit entständen. Gegenwärtig glaubt die Wissenschaft an eine solche Urzeugung der Eingeweidewürmer nicht mehr und giebt höchstens zu, daß eine schwache Verdauung und eine krankhafte Ernährung die Entwickelung der in den Menschen oder in ein Thier gelangten Eier jener Würmer begünstigen, indem sie dieselben nicht zu zerstören vermag, was durch eine rasche, kräftige Verdauung sehr oft geschieht. Die außerordentliche Kleinheit der Eier, ihre zähe, weder durch Hitze noch Kälte zerstörbare und daher auch durch das Kochen nicht zu vernichtende Lebensfähigkeit macht es mehr als wahrscheinlich, daß alle Eingeweidewürmer aus Eiern entstehen, welche die Thiere und Menschen zufällig mit

Fig. 101. Blasenwurm des Menschen.

der Nahrung zu sich nehmen und sehr häufig, ja sicherlich in der Regel — denn bei der enormen Fruchtbarkeit dieser Geschöpfe müßten sonst alle Menschen und Thiere von Eingeweidewürmern strotzen — wieder unverdaut ausleeren.

Die Außen- oder eigentlichen Ringelwürmer (Vermes), zerfallen zunächst in Rothwürmer (Arthrodea) mit rothem Blute, und in Weißwürmer (Anarthra) mit weißem Blute. Erstere besitzen einen deutlich gegliederten, letztere einen ungegliederten Körper. Diese bilden die niedrigste Ordnung der Außenwürmer, nämlich diejenigen der Strudelwürmer (Turbellaria); die Rothwürmer dagegen zerfallen in zwei Ordnungen, nämlich Glattwürmer (Apoda) und Borstenwürmer (Chaetopoda). Von letzteren ist bereits S. 49 bei

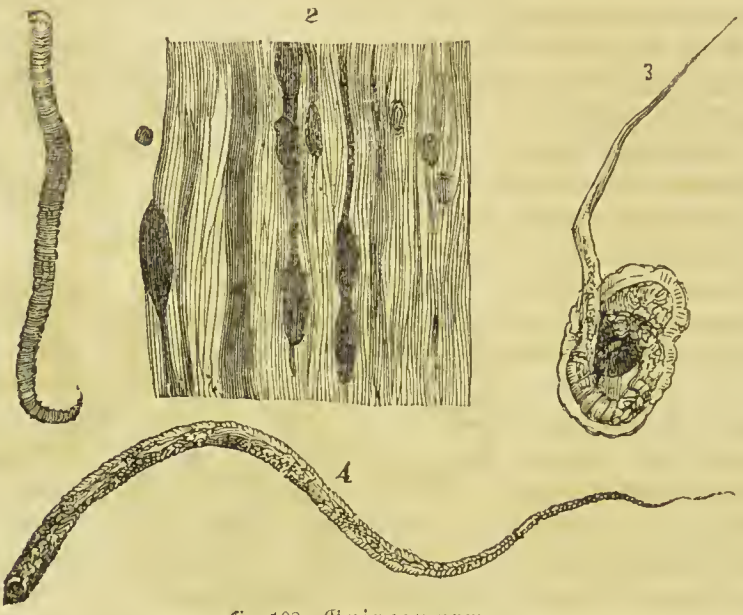


Fig. 102. Guineawurm.

Gelegenheit der mikroskopischen zu ihnen gehörenden Naideen die Rede gewesen. Sie sind die vollkommensten Würmer, indem sie einen deutlichen Kopf mit Augen und Fühlern, einen meist mit Kiefern versehenen, rüsselförmigen Mund, einen Darmkanal mit After und anhängenden Blinddärmen, ein aus Puls- und Blutadern bestehendes Gefäßsystem, dem jedoch das Herz fehlt, höchst entwickelte Geschlechtsorgane und an der Außenfläche des Körpers gefäßreiche Kiemen und mit Borsten bewehrte Fußhöcker besitzen. Fast alle sind Zwitter und legen Eier oder gebären lebendige Junge; nur wenige (die Naideen) pflanzen sich durch Theilung fort. Mit Ausnahme der bekannten Regenwürmer leben alle Borstenwürmer im Wasser, die meisten und vollkommensten im Meere. Zu letzteren gehören die Röhrenwürmer (Tubicolae), welche eine besondere Erwähnung verdienen, theils weil sie sehr klein und zugleich höchst zierlich gebaut sind, theils weil sie in eigenthümlichen, von ihnen selbst aus Sandkörnchen und Muschelschalenstückchen

kunstvoll erbauten Röhren wohnen, die sie niemals verlassen und welche an Felsen und anderen Gegenständen festgeheftet ist. Fig. 103. zeigt ein Thier dieser Art, einen Röhrenwurm (Serpula) in seinem Gehäuse und mit ausgebreiteten Kiemen, vergrößert. Die äußerst zarten, federartigen Kiemen sind schön purpur- oder scharlachroth und gewähren daher unter dem Mikroskop einen überaus prächtigen Anblick. Manche Röhrenwürmer wühlen sich auch Röhren im Uferschlamme, die sie mit einer eigenthümlichen Schleimhaut auskleiden und ebenfalls niemals verlassen. Die sämmtlich im Wasser, der Mehrzahl nach im Meere lebenden Glattwürmer, zu denen unter anderen der bekannte Blutegel (Hirudo medicinalis) gehört, haben einen weichen, gegliederten Körper ohne Fußhöcker und Borsten, die Strudelwürmer, ebenfalls lauter Wasser- und die meisten Meerthiere keinen deutlich gesonderten Kopf, keine Kiefern und keine Kiemen, aber häufig viele Augen und an ihrer Hautoberfläche Wimpern, welche einen Strudel im Wasser hervorbringen. An diese meist sehr kleinen Würmer schließen sich unmittelbar die oben S. 47 geschilderten Rädertierchen an.

Fig. 103. Röhrenwurm.

Die Crustaceen, Spinnenthiere und Insecten.

Diese drei Thierklassen, welche früher unter dem gemeinschaftlichen Namen „Insecten" vereinigt wurden, haben so viel Uebereinstimmendes in ihrem Bau, daß ich sie hier füglich ebenfalls vereinigen kann. Dazu kommt, daß dieselben Jedermann bekannt sind, ein Umstand, der mich zugleich einer ausführlichen Schilderung ihrer Gestaltung und Lebensweise überhebt. Alle besitzen einen deutlichen Kopf, einen Rumpf und gegliederte Füße; bei der überwiegenden Mehrheit zerfällt der Rumpf in zwei scharf gesonderte Stücke, den Brustkasten und den Hinterleib, welcher meist aus an einander gefügten Ringen besteht. Mit Ausnahme der unvollkommensten Arachniden, der Milben, sind alle hier vereinigten Thiere mit Augen von ungleich vollkommnerer Bildung, als diejenigen der Bauchthiere, oft mit sehr vielen Augen begabt. Desgleichen haben alle ein sehr entwickeltes Muskel-, Gefäß- und Nervensystem, einen sehr vollständigen Athmungs- und Verdauungsapparat, Mund und After, Freß- und Kauwerkzeuge, Fühler und Geschlechtsorgane. Alle sind getrennten Geschlechts; bei manchen Insecten, wie bei den Bienen, finden sich neben den Männchen und Weibchen auch geschlechtslose Individuen. Die Mehrzahl legt Eier. Die Crustaceen oder Krebsthiere

haben meist 10, die Arachniden oder Spinnenthiere meist 8, die Insecten, mit alleiniger Ausnahme der Scolopendriden, immer 6 Beine, welche in allen drei Klassen an dem Bruststück, oder, wo ein solches sich nicht unterscheiden läßt, an der vordern Hälfte des Körpers eingelenkt sind und paarweise stehen. Die Krebs- und Spinnenthiere sind stets flügellos, die bei weitem meisten Insecten dagegen geflügelt. Bei den Krebsthieren wird der größte Theil des Körpers vom Brustkasten, bei den Spinnenthieren und Insecten dagegen in der Regel vom Hinterleib gebildet. Die Crustaceen athmen immer mittelst gefranster Kiemen oder kleiner Kiemensäcke, die Insecten stets mittelst vielfach verästelter Röhren (Tracheen), in welche die Luft von außen durch runde Löcher eindringt, von denen sich an jedem Bauch- und am ersten Brustringe beiderseits eines befindet, die Arachniden entweder durch im Innern des Körpers gelegene häutige Lungensäcke oder durch Tracheen, zu denen aber blos zwei Löcher führen. Die Crustaceen sind immer, die Arachniden niemals gepanzert; bei den Insecten besitzt wenigstens das Bruststück immer eine harte, panzerartige Schale. Die bei weitem meisten Insecten durchlaufen während ihrer Ausbildung eine Verwandlung (Metamorphose), indem sich aus dem Ei zunächst ein Wesen entwickelt, welches dem vollkommenen Thier meist sehr unähnlich ist, die Larve, Raupe oder Made, aus dem eine sogenannte Puppe oder Nymphe wird, welche sich ruhig verhält, gleichsam schlummert und aus der nach Ablauf einer bestimmten Frist das vollkommen ausgebildete Thier hervorgeht. Eine solche Verwandlung kommt bei den Krebs- und Spinnenthieren niemals vor. Diese Bemerkungen werden genügen, um den Unterschied der drei hier vereinigten Thierklassen festzustellen.

Ich will nun den lieben Leser mit den wichtigsten mikroskopischen Formen der genannten Thierklassen, sowie mit dem Bau einzelner Theile des Körpers ihrer Thiere näher bekannt machen, denn eine vollständige Schilderung der äußern und innern Gestaltung des Krebs-, Spinnen- und Insectenkörpers halte ich theils aus den angedeuteten Gründen für überflüssig, theils würde eine solche der beschränkte Raum dieses Büchleins nicht gestatten. Schon unter den Crustaceen giebt es ziemlich viele mikroskopische Formen, doch haben dieselben für den Menschen kein besonderes Interesse, weshalb ich mich bei ihnen nicht aufhalten will, um nicht den Platz für wichtigere mikroskopische Thiere aus den Klassen der Arachniden und Insecten zu verlieren. Ich bemerke daher nur, daß die Mehrzahl jener kleinen Crustaceen Schmarotzerthiere sind, welche an und in Fischen wohnen, wo sie sich entweder mittelst ihres ersten mit einem Saugnapfe oder einer Kralle versehenen Fußpaares, oder mittelst ihrer drei vorderen mit Krallen bewaffneten Fußpaare festsetzen. Andere sehr kleine Crustaceen sind der in Sümpfen bei uns häufig lebende, blos 1 Linie lange, in einer zarten zweiklappigen Schale steckende Wasserfloh (Daphnia pulex), die in Gräben und Pfützen wohnenden Einaugen (Cyclopiden), welche meist fünf Paar fadenförmige, mit Borsten besetzte Beine und 2 oder 4 peitschenartige Fühler besitzen, und die ebenfalls in unseren Pfützen einheimischen Muschelkrebse (Cypriden), deren Kopf und Rumpf von einer muschelartigen, zweiklappigen Schale umschlossen ist, aus welcher nur die Fühler und Füße beim

Schwimmen hervorragen. Alle diese Thierchen gehören der Ordnung der Büschelfüßer (Lophyropoda) an, welche ihren Namen von den Borsten haben, mit denen ihre aus cylindrischen Gliedern bestehenden Beine besetzt sind, und im Verein mit den Schmarotzerkrebsen die beiden untersten Ordnungen der Crustaceen bilden. Auch die auf die Lophyropoden folgenden Blattfüßer (Phyllopoda), deren Füße, an Zahl zehn Paar, platte, breite, gewimperte Endglieder haben, sind meist sehr klein. Mehrere von ihnen finden sich bei uns ebenfalls in Pfützen, Gräben und Sümpfen, oft in großer Menge, besonders im Frühlinge. Diese drei Ordnungen nebst der vierten, den im Meere lebenden Stachelfüßern (Poecilopoda), deren kieferloser Mund von zehn paarweise gestellten Scherenfüßen mit stacheligen Hüftgliedern umgeben ist, bilden die erste große Abtheilung der Crustaceen, die Hautkrebse (Entomostraca), so genannt wegen ihrer dünnhäutigen, anliegenden oder zu einem großen, zuweilen als zweiklappige Schale um den Körper gestalteten Schild ausgebildeten Körperbedeckung. Die zweite Abtheilung, die Schalenkrebse (Malacostraca), umfaßt die vollkommneren Crustaceen und zerfällt in die fünf Ordnungen der Gleichfüßer oder Asseln (Isopoda), Kehlfüßer (Laemodipoda), Flohkrebse (Amphipoda), Maulfüßer (Stomatopoda) und Zehnfüßer oder ächten Krebse (Decapoda). Die Crustaceen der drei ersten Ordnungen haben sitzende Augen und sieben Fußpaare, diejenigen der beiden letzten Ordnungen auf Stielen sitzende, facettirte Augen und zehn Fußpaare, alle eine hornartige oder kalkige, harte Körperbedeckung, welche aus zierlichen, fest in einander gefügten Zellen besteht (s. oben Fig. 97. Abb. 2). Die Asseln, zu denen unter anderen die bekannten Kellerasseln (Kellereisel, Kellerwürmer) gehören, sind zum Theil Landthiere, haben niemals Scheren, zusammengehäufte einfache Augen und blasenförmige Kiemen unter dem Hinterleibe. Die Kehlfüßer, lauter Seethiere, haben einen nur aus wenigen Ringen bestehenden, halb verkümmerten Hinterleib und tragen das erste Fußpaar an dem vordersten, mit dem Kopfe verwachsenen Stücke des Brustkastens. Bei den Flohkrebsen dagegen ist das erste Stück des Brustkastens vom Kopfe gesondert und der Hinterleib vollständig entwickelt und vielgliederig. Sowol sie als die Kehlfüßer sind mit zusammengesetzten, jedoch nicht facettirten Augen begabt, und tragen die Kiemensäcke an der Wurzel der Fußpaare. Die Maulfüßer und ächten Krebse unterscheiden sich dadurch, daß bei letzteren Kopf und Brust zu einem Stück verwachsen sind, und die stets gefransten Kiemen an der Wurzel der Fußpaare liegen, bei ersteren dagegen Kopf und Bruststück getrennt sind und die Kiemen sich unter dem Hinterleibe, an dessen flossenartigen Afterfüßen befinden.

Die Arachniden, welche sich der Mehrzahl nach hinsichtlich ihrer Körperform den kurzschwänzigen Schalenkrebsen (den Krabben) anschließen, zerfallen in zwei Ordnungen, Lungen-Arachniden (Pulmonariae) und Tracheen-Arachniden (Trachearіae). Erstere athmen mit Lungensäcken, haben 6 bis 12 einfache, verschiedenartig gruppirte Augen und stets das Bruststück deutlich vom Hinterleibe geschieden; letztere dagegen athmen mit Röhren, wie die Insecten, besitzen blos 2, selten 4, häufig gar keine Augen und lassen keine deutliche Sonderung ih-

res Körpers in Bruststück und Hinterleib erkennen. Alle Arachniden häuten sich während ihres Lebens mehrmals. Unter den Lungen-Arachniden, zu denen auch die gefürchteten Scorpione gehören, welche sich durch ihren in deutliche Gürtel abgetheilten Hinterleib und dadurch, daß sie lebendige Junge gebären, von allen übrigen Arachniden dieser Abtheilung unterscheiden und wegen ihrer Scheren die Krebsform in der Spinnenklasse am deutlichsten repräsentiren, haben die eigentlichen Spinnen (Araneen) unbedingt für uns das meiste Interesse, denn kein anderes Geschöpf, am allerwenigsten der Mensch, versteht es, so zarte, feine, zierliche und dennoch ihrem Zweck vollkommen entsprechende Gewebe zu liefern, wie sie. Wenn man die unnachahmliche Regelmäßigkeit und Schönheit eines Kreuzspinnennetzes betrachtet, so begreift man wahrlich nicht, weshalb die Spinnen von so vielen Menschen gehaßt und verabscheut werden. Die Spinnen selbst sind durchaus keine häßlichen Thiere, im Gegentheil oft durch schöne Färbung oder Zeichnung ihres Körpers und durch zierlichen Bau ihrer Glieder sehr ausgezeichnet, wie z. B.

Fig. 104. Spinnapparat, Fuß und Augen der Kreuzspinne.

die Kreuzspinne. Außerdem fügen sie, die Taranteln etwa ausgenommen, dem Menschen nicht nur keinen Schaden zu, sondern bringen ihm sogar Nutzen, indem sie Fliegen, Mücken und anderes Ungeziefer tödten. Aus allen diesen Gründen verdienen die Spinnen vielmehr die Liebe als den Haß der Menschen. Die Spinnen bieten dem Mikroskopiker ein reiches Feld der Forschung und eine unerschöpfliche Quelle hoher Genüsse dar, denn der Bau der Spinnenglieder ist ebenso merkwürdig als schön. Besonders zeichnen sich die Füße und die Spinnwerkzeuge durch Merkwürdigkeit ihres Baues und Reichthum der Formen aus. Die dem unbewaffneten Auge als kleine Warzen erscheinenden Spinnwerkzeuge liegen immer, meist zu vier oder sechs, nahe bei einander am Ende des Hinterleibes unter dem After. Jede Spinnwarze ist gegliedert, ihr Endglied von vielen feinen Löchern siebartig durchbrochen. Durch diese Löcherchen tritt der im Innern des Spinnenleibes in

eigenthümlichen, schlauchförmigen Organen bereitete, anfangs klebrig flüssige Spinnstoff unter der Form äußerst feiner Fäden hervor, welche die Spinne mit ihren zierlich gestalteten Füßen sogleich zu einem einzigen Faden verwebt, der bekanntlich selbst noch den feinsten Seidenfaden an Dünne weit übertrifft. Jeder Spinnwebfaden ist folglich aus einer großen Menge von feinen Fäden zusammengesetzt. Fig. 104. zeigt bei Abb. 1 den mäßig stark vergrößerten Spinnapparat der Kreuzspinne (Epeira diadema), bei 2 das siebartig durchbrochene Ende von einer der kegelförmigen Spinnwarzen in starker Vergrößerung, bei 3 eines der beiden unteren fußartigen Organe des Spinnapparats. Nächst den Spinnwerkzeugen besitzen die Füße der Spinnen den interessantesten Bau, besonders ihre Endglieder. Unter dem Mikroskope sieht man mit Erstaunen, daß dieselben nicht blos mit einem einfachen Haftorgan, etwa einer Klaue, endigen, sondern mit einer Menge von höchst regelvoll angeordneten und beweglich eingelenkten Klauen bewaffnet sind, zwischen und neben denen lange Borsten zu stehen pflegen. Die Klauen der Spinnenfüße sind theils sichelförmig gekrümmt mit sehr scharfen Spitzen, theils säge- oder kammförmig gestaltet. Letztere dienen zum Verflechten der feinen aus den Löchern der Spinnwarzen herauskommenden Fäden, während die sichelförmig gekrümmten und scharfen Klauen zum Ergreifen der Beute bestimmt sind. Fig. 104. Abb. 4 zeigt einen Fuß der Kreuzspinne in starker Vergrößerung, wo man die verschieden geformten Klauen deutlich sieht. Manche Spinnenfüße haben blos kammförmige Klauen, z. B. die Füße der auf Feldern lebenden und horizontale wattenartige Gewebe verfertigenden Labyrinthspinne (Agelene labyrinthica), von denen einer in Fig. 105. sehr stark vergrößert dargestellt ist. Auch die Augen der Spinnen sind merkwürdige Bildungen. Fast alle Spinnen haben gleichzeitig größere und kleinere Augen und diese verschiedenen Augen sind bei jeder Gattung an der Oberfläche des Kopfes in eine Gruppe von bestimmter Figur gestellt. Bei der Kreuzspinne stehen sie in zwei Reihen und sind ziemlich von gleicher Größe (Fig. 104. Abb. 6). Jedes Auge ist einfach und ähnelt in seinem Baue bereits dem Auge der höheren Thiere (Fig. 104. Abb. 5). Uebrigens leuchten die Augen der Spinnen bei Nacht gleich denen der Katzen.

Fig. 105. Fuß der Wald- mit Klaue.

Wahrhaft häßliche und zum Theil mit Recht gehaßte Thiere sind die Tracheen-Arachniden. Denn mit Ausnahme des nützlichen Bücherscorpions (Chelifer cancroides), welcher Milben und anderes den Büchern und Herbarien schädliches Ungeziefer verzehrt, und nebst einigen Gattungsverwandten die Scorpionsform, d. h. die Spinnenform mit gegliedertem Hinterleibe unter den Tracheen-Arachniden wiederholt, und etwa des langbeinigen Kankers oder Weberknechts (Phalangium Opilio), der sich ebenfalls von Ungeziefer ernährt, das er des Nachts im Sprunge erhascht, gewähren die Tracheen-Arachniden dem Menschen nicht nur

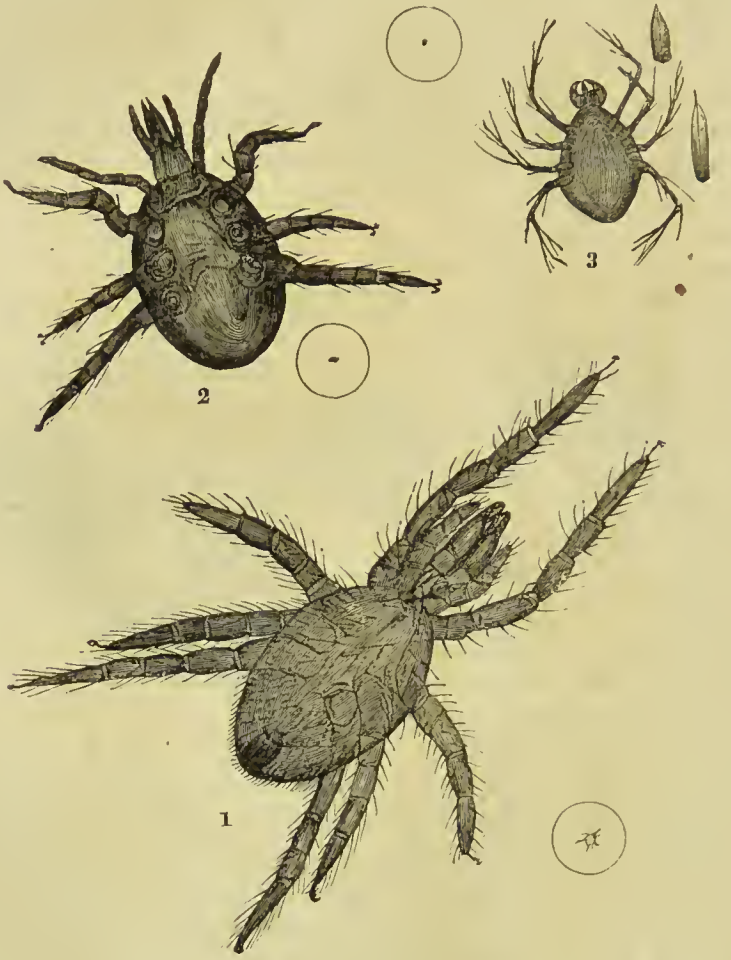


Fig. 106. Insectenmilben.

keinen Nutzen, sondern fügen ihm sogar vielfachen Schaden zu. Dies gilt ganz besonders von denjenigen der schmarotzenden Acariden oder Milben, welche auf und in der Haut des Menschen und der Hausthiere leben und Krankheitserscheinungen mancherlei Art verursachen. Mit diesen müssen wir uns etwas näher bekannt machen, um so mehr, als fast alle diese Milben mikroskopische Geschöpfe sind.

Hieher gehören zunächst viele eigentliche Milben (Arten der Gattung Acarus), welche einen ovalen weichen, mit Borsten besetzten Rumpf, acht Beine, zwei nicht sichtbare Fühler und einen beweglichen, schief abwärts gerichteten, schnabelartigen

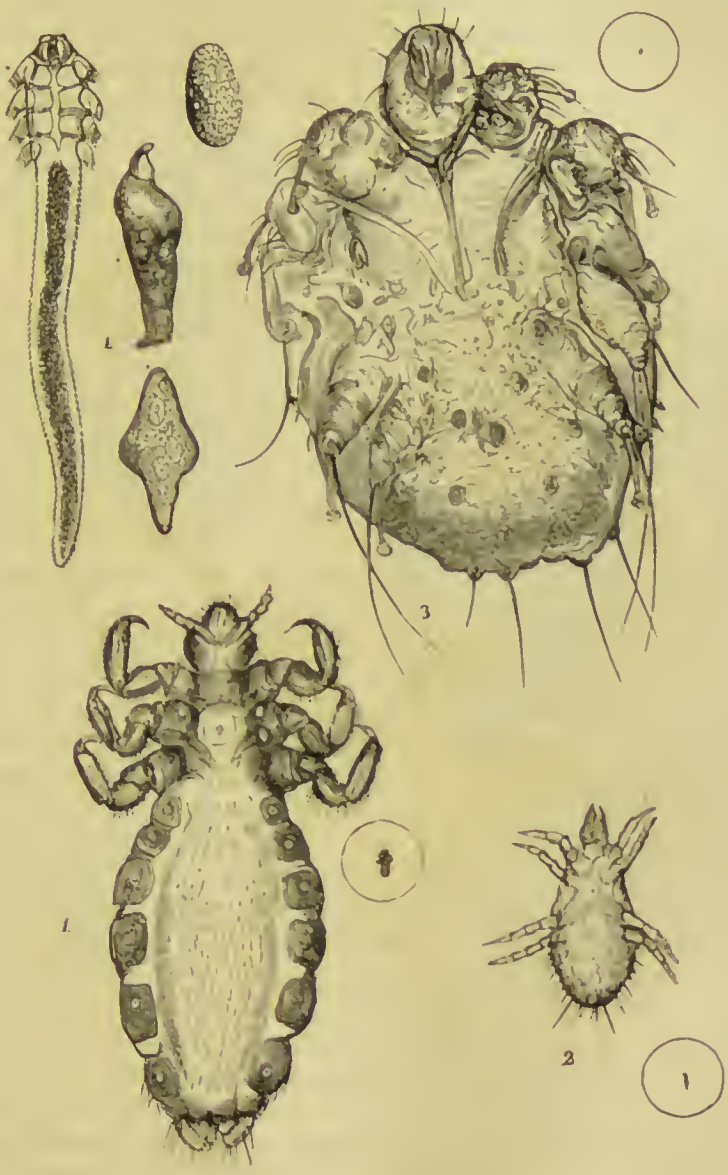


Fig. 107. Käse-, Krätz-, Haarbalgmilbe und Laus.

Saugrüssel haben. Mit dergleichen Milben ist fast jedes Thier behaftet, selbst Insecten bleiben von ihnen nicht verschont. So sind in Fig. 106. dreierlei Insecten-

milben stark vergrößert abgebildet, nämlich bei Abb. 1 die den Roßkäfer bewohnende Milbe, bei Abb. 2 die auf dem Körper der Stubenfliege lebende Milbe, bei Abb. 3 die Milbe der Kleidermotte. Innerhalb der neben den Abbild. stehenden kleinen Kreise sind diese Milben so dargestellt, wie sie dem unbewaffneten Auge erscheinen. Größer als diese Milben ist die auf der Ratte lebende Milbe (Fig. 109. Abb. 2), sehr kleine, ächt mikroskopische Thiere dagegen sind die Käsemilbe, die Krätzmilbe und die Haarbalgmilbe, welche Fig. 107. in Gesellschaft der Kopflaus darstellt. Die Käsemilbe (Acarus Siro), bei Abb. 2 in fünfzigfacher Linearvergrößerung abgebildet, findet sich an altem Käse, den sie allmählich in Pulver verwandelt. Dieses Pulver besteht nämlich fast lediglich aus Käsemilben, indem die Käsemilbe, wie fast alle Acariden, sich außerordentlich schnell vermehrt. Wer alten, mit mehlartigem Staub bedeckten Käse genießt, kann versichert sein, daß er mit jedem Bissen Tausende von Milben verschlingt. Verwandt mit der Käsemilbe ist die ebenso häßliche als bösartige Krätzmilbe (Acarus scabiei), welche Fig. 107. bei Abb. 3 in 350facher Linearvergrößerung zeigt. Dieses Thier, dessen rüsselförmiger Kopf eine röthliche Farbe hat, bohrt sich in die Oberhaut des Menschen ein, gräbt sich in derselben einen in schiefer Richtung verlaufenden Gang von 2 bis 3 Linien Länge und legt in das Ende desselben ihre Eier. In Folge des dadurch verursachten Reizes erhebt sich über der Oeffnung des Ganges eine entzündliche Pustel, die Krätzpustel. Die verabscheute Krätze ist folglich nichts weiter, als eine pustulöse durch die Reizung jener Milbe hervorgebrachte Hautentzündung. Hieraus ergiebt sich zugleich, daß die Krätze nur durch Entfernung oder Tödtung jener Milbe gehoben werden kann, also nur durch Anwendung äußerer Mittel, niemals aber durch innere. Die schnelle Verbreitung der Krätze erklärt sich leicht aus der raschen Vermehrung der den Ausschlag verursachenden Milbe, die Hartnäckigkeit aber, derenwegen diese sogenannte Hautkrankheit von Alters her berüchtigt ist, hat ihren Grund offenbar in der Verkehrtheit der Behandlung, welche man früher, ehe man die wahre Ursache der Krätze entdeckt hatte, den damit behafteten Personen angedeihen ließ. Denn bei Anwendung der geeigneten äußeren Mittel dürfte die Krätze wol niemals lange dauern. Daß durch eine lange Zeit dauernde Krätze nach und nach wirkliche Krankheitserscheinungen herbeigeführt werden können, ja müssen, ist ganz natürlich, indem ja durch die Krätzpusteln die gesetzmäßigen Verrichtungen der Haut bedeutend gestört werden. Ein nicht minder eckelhaftes und lästiges Geschöpf ist die in Fig. 107. bei Abb. 4 in 250facher Linearvergrößerung und in verschiedenen Entwickelungszuständen abgebildete Haarbalgmilbe (Simonea folliculorum). Sie unterscheidet sich von den eigentlichen Milben durch den langen, inwendig mit zahllosen Eiern erfüllten Schwanz, in welchen ihr Leib ausläuft. Dieses häßliche Thier findet sich bisweilen in großer Anzahl in den Bälgen oder Bildungsstätten der kleinen, fast mikroskopischen Haare, welche das Gesicht des Menschen bedecken, namentlich auch in den sogenannten Mitessern, welche als schwarze, ausdrückbare Punkte nicht selten auf der Nase erscheinen. Dies sind in der Regel erkrankte Haarbälge, die statt eines einzigen gesunden Haares ein ganzes Bündel von kleinen unvollkommenen Härchen und darunter gemengt Haarmilben enthalten. Des-

gleichen erzeugt diese Milbe die sogenannten Finnen, welche so manches schöne Gesicht, besonders die Stirn verunstalten. Denn wenn man eine solche Pustel, die immer einen erkrankten Haarbalg enthält, ausdrückt, und den ausgedrückten Inhalt unter dem Mikroskop untersucht, so findet man gewöhnlich Haarbalgmilben darin. Hieraus ergiebt sich, daß auch diese häßliche Krankheit sich blos durch äußere Anwendung solcher Mittel, welche jene Milbe tödten, heben läßt. An die ei-

Fig. 108. Hühnermilbe, Puter- und Fasanlaus.

gentlichen Milben schließt sich die Gattung Gammasus an, deren Arten sich von den Milben durch das Vorhandensein fadenförmiger Fühler unterscheiden und theils auf Käfern, theils auf Vögeln, theils auf Blättern leben. Fig. 108. Abb. 2 zeigt den auf den Hühnern in großer Menge vorkommenden Gammasus gallinae, die Hühnermilbe, von der Bauchseite in etwa hundertfacher Linearvergrößerung.

Zu den milbenartigen Arachniden gehört auch der bekannte Holzbock (Ixodes ricinus), welcher Hunden, Schaafen und Rindern nachstellt und der Grasbock (Leptus avtumnalis), welcher im Grase lebt, sich gern in die Haut des Menschen einbohrt und dann unerträgliches Jucken verursacht.

Wir kommen nun zu der höchsten Klasse der niederen Thiere und zugleich zu der größten des gesammten Thierreiches, nämlich zu den Insecten. Theils nach dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein, theils nach der Gestalt und dem Bau der Flügel zerfallen dieselben in acht Ordnungen, nämlich Ohnflügler oder Flügellose (Aptera), Zweiflügler (Diptera), Halbflügler (Hemiptera), Schuppenflügler oder Schmetterlinge (Lepidoptera), Netzflügler (Neuroptera), Hautflügler (Hymenoptera), Geradflügler (Orthoptera) und Käfer (Coleoptera). Die Insectenwelt bietet einen wahrhaft fabelhaften Formenreichthum dar und ist daher eine unerschöpfliche Quelle für mikroskopische Forschungen. Sie enthält der mikroskopischen Wunder mehr, als irgend eine andere Thierklasse und verdient daher mit vollem Recht die große Beachtung, welche sie seit langer Zeit bei den Naturforschern gefunden hat. Aus Mangel an Platz muß ich mich hier leider auf die Schilderung weniger Arten beschränken und wähle dazu absichtlich die bekanntesten. Was zunächst die erste und unterste Ordnung betrifft, so sind in derselben Insecten von sehr verschiedener Organisation enthalten, ein Umstand, welcher die neuere Systematik veranlaßt hat, mehrere Ordnungen aus ihr zu machen. Zu ihr gehören auch die häßlichen Tausendfüßler, welche sich durch ihren wurmförmigen Körper und die große Menge ihrer Fußpaare (manche besitzen gegen 200 Beine) von allen übrigen Insecten unterscheiden. Ferner gehört in diese große Ordnung die widerliche Sippschaft der Flöhe und Läuse, von denen sich die letzteren unmittelbar an die Milben anschließen. Die Läuse, lauter Schmarotzerthiere, sind die unvollkommensten unter den ächten Insecten. Kopf, Bruststück und Rumpf sind nicht deutlich geschieden und ihr durchscheinender breitgedrückter Hinterleib läßt keine Gliederung erkennen (s. Fig. 107., wo Abb. 1 die Kopflaus des Menschen in fünfzigfacher Linearvergrößerung zeigt.). Alle besitzen einen einziehbaren, röhrenförmigen Saugrüssel und legen Eier, aus welchen unmittelbar neue vollkommen ausgebildete Thiere in kurzer Zeit hervorgehen. Ihre Vermehrung geschieht außerordentlich rasch, indem die Weibchen eine Unzahl von Eiern legen, aus denen die Jungen binnen wenigen Tagen auskriechen. Ein einziges Weibchen der Kopflaus vermag binnen acht Wochen gegen 5000 Eier zu legen! Der Mensch ist bekanntlich mit dreierlei Läusen behaftet, nämlich mit der Kopflaus (Pediculus capitis), der Kleiderlaus (Pediculus vestium) und der Filzlaus (Pediculus pubis). Letztere bewohnt die behaarten Theile des menschlichen Körpers mit Ausnahme der Kopfhaare. Auch auf verschiedenen Thieren leben Läuse, und zwar auf jedem Thiere besondere Arten, die auf anderen nicht vorkommen. Uebrigens muß bemerkt werden, daß im gewöhnlichen Leben Läuse und Milben häufig verwechselt werden. So sind die bekannten Läuse der Hühner und Tauben keine Läuse, sondern Milben aus der Gattung Gammasus. Nichts desto weniger giebt es Vögelläuse (Arten der Gattung Philopterus),

doch gehören diese nicht zu den ächten Läusen, sondern zu einer bereits etwas vollkommneren Insectengruppe, die sich von den eigentlichen Läusen durch eine deutlichere Sonderung des Bruststückes vom Hinterleibe und durch das Vorhandensein deutlicher Beißwerkzeuge unterscheiden. Auch leben diese Vogelläuse nicht vom Blut, sondern von dem weichen Flaum des Vogelleibes, den sie abbeißen. Fig. 108. (s. S. 183) zeigt bei Abb. 1 die Laus des Fasans, bei Abb. 2 die Hühnermilbe in starker Vergrößerung. Verwandt mit diesen Vogelläusen ist die auf Fig. 109. bei

Fig. 109. Hundsfloh, Fasanlaus, Puterlaus u. s. w.

Abb. 1 abgebildete Hundsfloh (Trichodectes latus), welche sich von den jungen Haaren und den Hautschüppchen des Hundes ernährt. Auch diese Thierläuse bestehen keine Verwandlung, sondern kriechen gleich vollkommen ausgebildet aus

dem Eie. Ungleich vollkommnere und dabei weniger eckelhafte Thiere sind die Flöhe. Diese besitzen nicht nur einen in Kopf, Bruststück und Hinterleib scharf gesonderten Körper und einen gegliederten Hinterleib, sondern sie durchlaufen auch, bevor sie ihre Vollendung erreichen, die drei bekannten Verwandlungsstufen der höheren Insecten. Aus dem Eie des Flohes entsteht nämlich eine wurmartige, mit Borsten bedeckte Made (Fig. 109. Abb. 4), welche sich später in eine Puppe ver-

Fig. 110. Menschenfloh, Männchen und Weibchen.

wandelt und erst aus dieser kommt nach einiger Zeit der Floh in seiner vollkommenen Gestalt hervor. Die Maden oder Larven der Flöhe halten sich vorzüglich in Sägespähnen auf. An dem erwachsenen Floh sind bekanntlich die beiden hintersten Beine als Sprungbeine ausgebildet. Dieselben übertreffen die anderen an

Länge, haben sonst aber ganz denselben Bau. Uebrigens stechen und saugen Blut blos die weiblichen Flöhe, die männlichen, welche fast um die Hälfte kleiner sind, thun dies niemals. Auch verdient noch bemerkt zu werden, daß es eine durchaus irrige Meinung ist, daß Menschenflöhe auf Thieren vorkommen, daß z. B. Hunde Menschenflöhe beherbergten. Wol kann es vorkommen, daß sich ein Menschenfloh auf den Hund verirrt, oder umgekehrt ein Hundsfloh auf den Menschen, leben kann aber weder der Hundsfloh vom Menschen, noch der Menschenfloh vom Hunde.

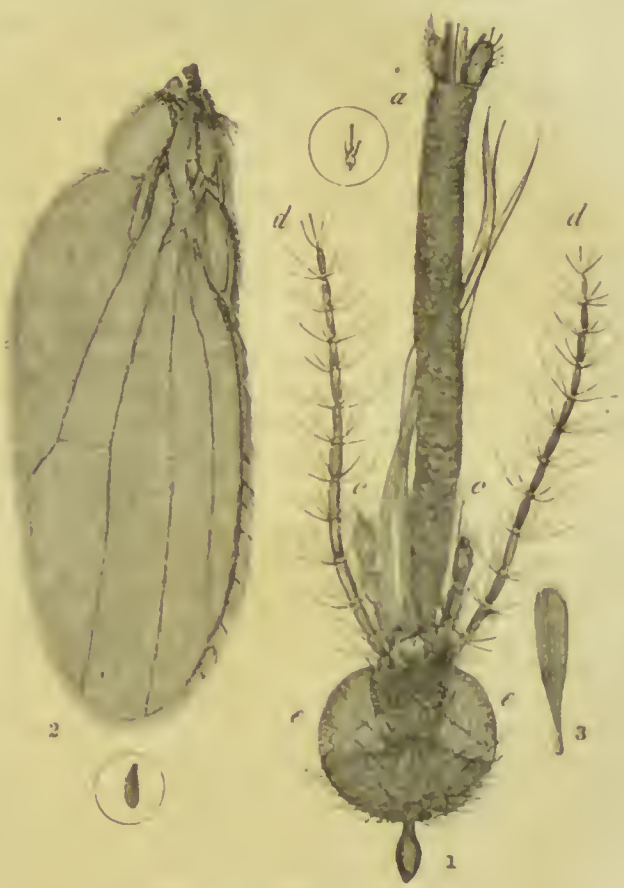


Fig. 111. Kopf und Flügel der Mücke.

Jede Thierart ernährt nämlich eine besondere Art von Flöhen und daher sind auch Menschenfloh und Hundsfloh zwei verschiedene Arten, wovon sich der geehrte Leser überzeugen wird, wenn er den Kopf des auf Fig. 110. abgebildeten Menschenflohes (Abb. 1 ist das Weibchen, Abb. 2 das Männchen) mit dem auf Fig. 109. bei Abb. 3 abgebildeten Kopfe des Hundsflohes vergleicht.

Die Zweiflügler (Diptera), welche die zweite Ordnung der Insecten bilden, haben, wie schon ihr Name verräth, zwei Flügel und zwar zwei Vorder-

flügel. An der Stelle der bei den vollkommneren Insecten niemals fehlenden Hinterflügel befinden sich zwei kleine Kölbchen (Schwingkölbchen). Der merkwürdigste Theil ihres Körpers ist der Kopf, besonders sein Saugrüssel. Dieser hat bald eine fleischige, bald eine hornartige Beschaffenheit und trägt auf seiner obern Fläche immer eine hornartige Lippe, die unterhalb mit einer Rinne versehen ist, in welche die meist kürzere, feine, zugespitzte Zunge paßt. Häufig stehen zu beiden Seiten des Rüssels noch zwei oder vier lange Borsten, welche die Stelle der Kinnbacken und Kinnladen vertreten (Fig. 111. Abb. 1 b). Die Lippe hat gewöhnlich ein Knie oder Gelenk, oberhalb dessen sich der Mund befindet und woran beiderseits ein 1- bis 5gliederiger Taster (Fig. 111. Abb. 1 c) sitzt. Die Spitze des Rüssels ist verdickt und durch eine Rinne getheilt; sie führt den Namen Rüsselkopf (Fig. 112. und 115.). Die Augen sind gewöhnlich sehr groß, ja bei dem Männchen nehmen sie bisweilen den ganzen Kopf ein; sie erscheinen immer als fein facettirte Kugelabschnitte ausgebildet (Fig. 111. Abb. 1 e). Zwischen den Augen sind auf der Stirn die vielgliederigen Fühler eingelenkt (Fig. 111. Abb. 1 d). Der Kopf ist durch einen tiefen Einschnitt von dem Brustkasten, dieser durch einen zweiten von dem ringförmig gegliederten Hinterleibe geschieden, kurz, an dem Körper der Dipteren erscheint die ächte Insectengestalt vollständig ausgeprägt. Die Füße besitzen an ihrem Endgliede zwei einfache, bisweilen gespaltene Klauen; zwischen denselben befinden sich gewöhnlich zwei Fußballen (Afterklauen). Alle Dipteren erleiden eine vollständige Verwandlung. Die aus den Eiern entstehenden Larven sind fußlose Maden. Diese verwandeln sich meist in ihrer eigenen Haut zu ruhenden Puppen, aus welchen nach einiger Zeit das vollkommene Insect herausschlüpft. — Zu den Zweiflüglern gehören die gemeine Mücke (Culex pipiens), die Stubenfliege (Musca domestica) und die Viehbremse (Tabanus communis). Diese gemeinen Insecten bieten dem Mikroskopiker des Wunderbaren gerade genug dar, weshalb wir sie etwas näher in Augenschein nehmen wollen. Fig. 111. zeigt zunächst den Kopf (1) und den Flügel (2) der gemeinen Mücke in funfzigfacher Linearvergrößerung. Der kugelförmige Kopf wird größtentheils von den beiden großen Augen (e) gebildet. Zwischen ihnen befinden sich an der Stirn zunächst die beiden, aus 14 Gliedern zusammengesetzten Fühler (d), neben diesen die fünfgliederigen Taster (c), sodann die langen Kinnladenborsten (b), endlich in der Mitte der außerordentlich lange, cylindrische Saugrüssel (a). Dieser ist mit kleinen über einander liegenden Schüppchen, die den Schuppen der Schmetterlingsflügel nicht unähnlich sind, dicht bedeckt. 3 zeigt ein solches Schüppchen in 250facher Linearvergrößerung. Der hier abgebildete Mückenkopf gehört übrigens einem Weibchen an. Woran ist das zu erkennen? höre ich meinen Leser fragen. An den quirlförmig gestellten Borsten, die am Grunde eines jeden Fühlergliedes stehen. Bei den Männchen sind nämlich die Fühler federbuschartig lang behaart. Eine sehr zierliche Bildung besitzen auch die Flügel der Mücken. Ihre fein gestreifte Haut, welche über mehrere sich zum Theil gabelförmig spaltende Längsrippen ausgespannt ist, zeigt sich nämlich unter dem Mikroskop über und über mit feinen zarten Härchen bedeckt. Das

Merkwürdigste sind aber die Muskeln, welche die Flügel bewegen, weil dieselben sich unglaublich schnell zusammenzuziehen und auszustrecken vermögen. Dadurch bewirken sie das bekannte Vibriren od. Schwirren der Mückenflügel, welches seinerseits das eigenthümliche Summen der Mücken hervorbringt. Man hat berechnet, daß ein Mückenflügel während einer jeden Minute 3000 Mal hin u. her schwingt! Noch verdient bemerkt zu werden, daß auch bei den Mücken blos die Weibchen stechen, die Männchen niemals. — Nicht geringere Wunder enthüllt uns das Mikroskop am Leibe der gemeinen Stubenfliege. Zunächst zeige ich dem geehrten Leser eine solche schwach vergrößert (Fig. 112). Am Kopfe fallen uns hier zunächst die beiden großen, kugeligen, facettirten Augen auf. Schneiden wir von einem solchen Auge ein Stückchen ab und betrachten dasselbe unter dem Mikroskop bei auffallendem Lichte und hundertfacher Linearvergrößerung, so bemerken wir, daß die Oberfläche des Auges aus lauter regelmäßig sechsseitigen, gleich großen, in der Mitte erhabenen und dicht an einander gefügten Facetten zusammengesetzt ist (Fig. 113). Diese Facetten sind nichts anderes, als die Quer- od. Endflächen von sechsseitigen hohlen Röhren oder Prismen, welche das Innere des Auges bilden, wie Fig. 114. zeigt, wo ein Stück eines Fliegenauges im Durchschnitt dargestellt ist. Jede Röhre bildet

Fig. 112 Stubenfliege.

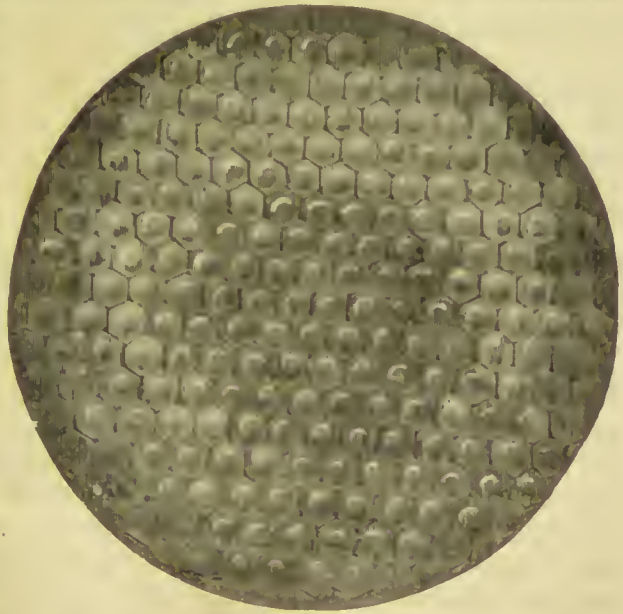


Fig. 113. Fliegenauge.

ein Auge für sich, oder richtiger, das hörnerne Futteral eines Auges. Das eigentliche Auge befindet sich nämlich am Ausgange der Röhre und besteht in einer winzig kleinen convexen Krystalllinse. Da die Röhren nach dem Anheftungspunkt des Auges hin, wo sich der Gesichtsnerv ausbreitet, convergiren, und das zusammengesetzte Auge eine fast vollständige Kugel bildet, so wird es der Fliege möglich, Alles, was um sie her vorgeht, zu sehen. Uebrigens besitzt nicht allein das Fliegenauge diesen wunderbaren Bau, sondern das Insectenauge überhaupt, denn alle Insecten mit wenigen Ausnahmen haben zusammengesetzte, äußerlich facettirte Augen. Die Zahl der einzelnen Facetten und Röhren ist ungeheuer, aber nach den Gattungen und Arten verschieden. Bei der Stubenfliege besitzt jedes Auge 7000, bei dem gemeinen weißen Schmetterlinge sogar 34,650 Facetten! Höchst merkwürdig gebaut ist ferner der Saugrüssel der Fliege. Man würde denselben wol schwerlich in Fig. 115. wiedererkennen, wo er in 250facher Linearvergrößerung abgebildet erscheint. Der Rüsselkopf ist hier von der Lippenseite dargestellt. Diese besteht aus einer sehnigen, elastischen Haut, in welcher spiralig gestreifte Muskelfasern der Quere nach verlaufen, welche die Fliege in den Stand setzen, ihre Lippen zusammenzuziehen und wieder auszudehnen oder mit einem Worte, mit den Lippen eine saugende Bewegung zu machen. Dergleichen Muskelfasern besitzt auch der Saugrüssel der Bremse (Fig. 117. a) und vieler anderer Dipteren. An der Basis des Flügenrüssels stehen die beiden keuligen Taster. Sehr interessant sind auch die Beine der Fliegen gebildet. Ihre Fußballen gleichen gespaltenen Hufen, wie aus Fig. 116., welche bei Abb. 2 einen Fuß der gemeinen Schmeißfliege (Musca vomitoria), bei Abb. 3 einen Fuß einer andern Fliegenart und bei Abb. 1 vergleichsweise einen Spinnenfuß stark vergrößert zeigt, zu ersehen ist. Die Beine selbst bestehen aus Horncylindern, welche durch sehnige Bänder verbunden sind und durch starke Muskelfasern, die durch ihre innere Röhre verlaufen, bewegt werden. Fabelhaft ist die Vermehrung der Hausfliegen und der Fliegen überhaupt. Eine einzige Schmeißfliege legt z. B. nicht weniger als 20000 Eier und erzeugt folglich ebenso viele Maden, welche sich bereits am fünften Tage verpuppen und wenige Tage später in Fliegen umgewandelt erscheinen. Da die Maden dieser Fliege, welche bekanntlich von rohem Fleische leben, so außerordentlich gefräßig sind, daß eine jede schon 24 Stunden nach ihrer Entstehung in Folge der aufgenommenen Nahrung das Zweihundertfache ihres ursprünglichen Gewichts wiegt, so durfte Linné wol behaupten, daß die Nachkommenschaft von drei Schmeißfliegen im Stande wäre, ein todtes Pferd in derselben Zeit zu verzehren, die ein Löwe dazu braucht. Eben wegen dieser Gefräßigkeit ihrer Maden spielen die Schmeißfliegen und verwandte Fliegenarten, deren Maden von rohem oder faulem Fleisch leben, eine sehr wichtige Rolle im Haushalte der Na-

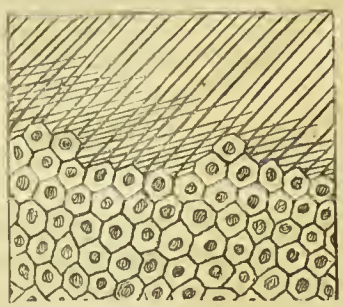


Fig. 114. Durchschnitt des Fliegenauges.

tur, indem sie die Thierleichen zerstören und dadurch wesentlich zur Reinigung der Luft von bösartigen Dünsten beitragen. So vielen Schaden daher auch diese Fliegen im Haushalte der Menschen anrichten, wenn sie ihre Eier in das rohe Fleisch der geschlachteten Thiere legen, so sollten wir ihnen doch dankbar sein, denn der Schaden, den sie uns zufügen, ist viel geringer, als der Nutzen, den sie stif-

Fig. 115. Rüssel der Stubenfliege.

ten. — Schließlich noch ein paar Worte über die Bremse. Den Saugrüssel dieses Thieres mit den zierlichen Muskelfasern seiner Lippen haben wir bereits kennen gelernt (Fig. 117. a). Ich will blos noch einige Bemerkungen über den Stechapparat (b) dieses den Pferden und Rindern so lästigen, ja gefährlichen

Insects hinzufügen, da derselbe einen höchst merkwürdigen Bau besitzt. Der ganze Apparat liegt in einem fleischigen Gehäuse, welches auf der Abbildung weggeschnitten gedacht werden muß und besteht aus zwei kurzen, schwammigen, an der Spitze behaarten Fühlern (b), welche offenbar den Zweck haben, den Stechapparat gegen schädliche Einwirkungen zu schützen. Ueber denselben sind zwei harte, haarscharfe und feinspitzige, sichelförmige Schneidewerkzeuge (c) angebracht, welche durch an ihre Basis angeheftete Muskeln rasch und mit solcher Kraft bewegt werden können, daß sie einen tiefen Einschnitt in die Haut der Thiere, deren Blut die Bremse saugt, zu machen im Stande sind. Der eigentliche, ebenfalls beweglich angebrachte Stachel (d) scheint blos dazu bestimmt zu scheint, die gemachte Wunde zu erweitern und zu vertiefen, damit die breite, an der Spitze offene und dreizackige Röhre (e) hineingesenkt werden kann. Diese Röhre paßt sammt dem Stachel in die an der untern Rüsselfläche befindliche Rinne (f) und wird durch

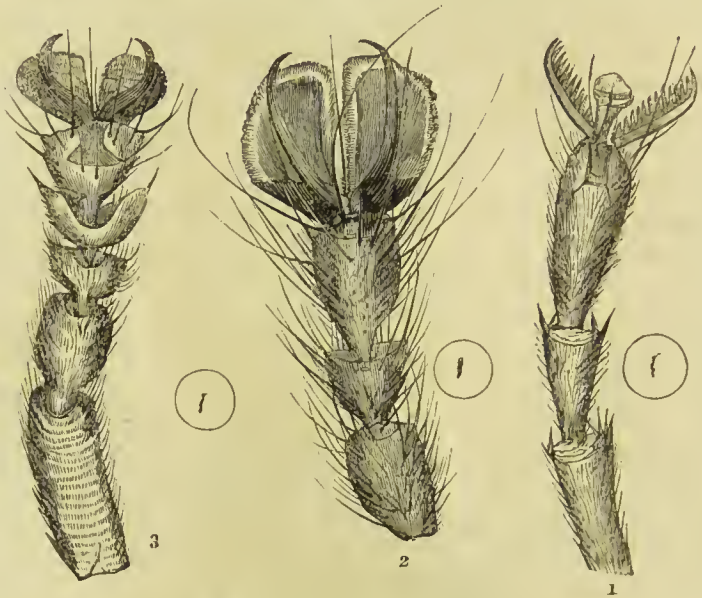


Fig. 116. Fliegenfüße.

die saugende Bewegung der muskulösen Lippen mit Blut gefüllt, welches sie nach dem Magen des Thieres leitet. Uebrigens besitzen blos die Weibchen einen solchen Stechapparat, die Männchen stechen so wenig, wie diejenigen der Mücken und Flöhe.

Unter den Halbflüglern, die ihren Namen davon haben, daß die beiden äußern oder obern Flügel nur unvollkommen, als Deckschilde, ausgebildet sind, und welche ebenfalls einen Saugrüssel, dagegen keine Taster besitzen, auch keine vollständige Verwandlung erleiden, sind besonders die von Pflanzensäften lebenden Schildläuse (Cocci) bemerkenswerth. Die Weibchen dieser mikroskopisch kleinen Thierchen haben nämlich die Form eines flachen, rundlichen Schildes und bleiben ihr ganzes Leben lang unbeweglich an der Stelle, wo sie entstanden, sitzen, nachdem sie ihren kurzen Saugrüssel in das Gewebe der Pflanze eingebohrt haben, um den Saft heraussaugen zu können. So unscheinbar und unschön diese

Thiere sind, so hat doch eines derselben eine bedeutende Wichtigkeit erhalten. Es ist dies die Cochenille-Schildlaus (Coccus Cacti), von welcher Fig. 118.

Fig. 117. Rüssel und Stachel der Viehbremse.

bei Abb. 1 das Männchen, bei 2 das Weibchen, und zwar bei 2 a von der Rücken-, bei 2 b von der Bauchseite gesehen, in starker Vergrößerung zeigt. Die Schildläuse

sind die unvollkommensten von allen Halbflüglern. Die Männchen besitzen blos zwei Flügel, und dem Weibchen fehlen sie ganz. Der Körper ist blos beim Männchen in Kopf, Bruststück und Hinterleib geschieden, beim Weibchen dagegen eine schildförmige ungegliederte Masse, welche an der untern Fläche sechs kurze Beine, einen schnabelförmigen Saugrüssel mit zwei sehr kleinen Augen und an der Stirn zwei kurze Fühler trägt. Die weiblichen Schildläuse erleiden keine wirkliche Verwandlung, indem sie sich unmerklich aus der ihnen ganz ähnlichen, nur kleinern Larve herausbilden, die männlichen dagegen erhalten ihre vollkommene Gestalt erst, nachdem sich die Larven verpuppt haben. Die Puppe ist von einem flockigen Gewebe, welches wie ein kleiner Cocon der Seidenraupenpuppe

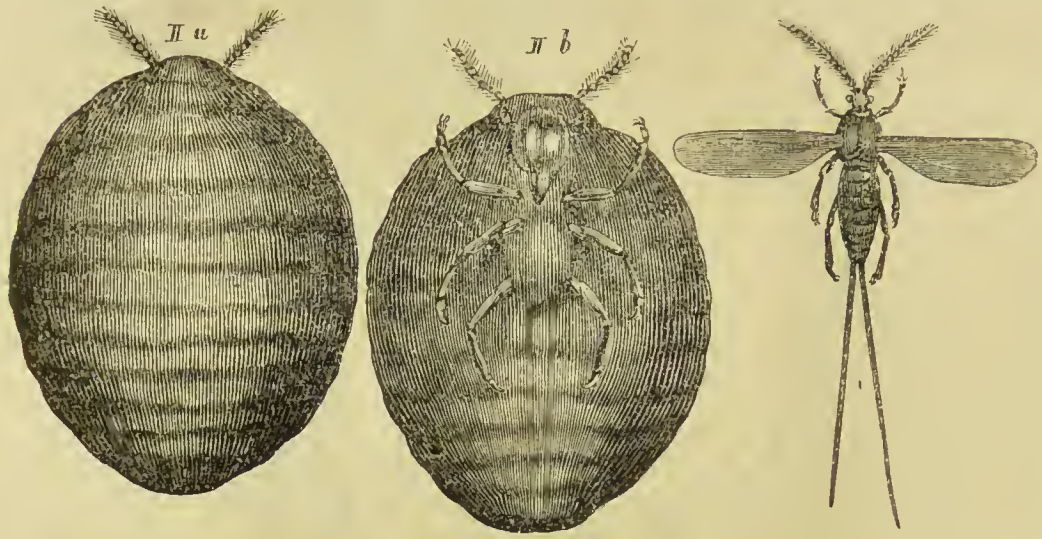


Fig. 118. Cochenille.

aussieht, umgeben. Sobald die Männchen sich mit dem festsitzenden Weibchen begattet haben, sterben sie. Die Weibchen legen hierauf Eier, ohne sich vom Fleck zu bewegen, sterben bald darauf über den Eiern, und bilden nun mit ihrem Leibe ein schildförmiges Dach über der jungen Brut. In unsern Gewächshäusern sind die Blätter mancher Pflanzen oft über und über mit solchen Schildern bedeckt. Die Cochenilleschildlaus lebt vom Saft einer der indianischen oder Wundfeige ähnlichen Cactusart (der Opuntia coccionellifera), welche, wie auch die Schildlaus selbst, in Mejico einheimisch ist. Das Männchen hat einen dunkelrothen, das Weibchen einen ähnlich gefärbten, aber mit einem zarten weißen Flaume bedeckten Körper. Beider Körper enthält einen prachtvoll scharlachrothen Farbstoff, das geschätzte und sehr theure Cochenilleroth. Wegen dieser schönen Farbe wird die Cochenilleschildlaus in Mejico und anderwärts förmlich gezüchtet, indem man Pflanzungen von jener Cactusart anlegt und die Cactussträucher mit Cochenilleschildläusen besetzt. In Mejico ist die Benutzung und Zucht der Cochenille uralt, denn schon zu der Zeit, als die Spanier jenes Land eroberten, trugen

die Häuptlinge der Eingeborenen mit Cochenilleroth gefärbte Mäntel. Durch die Spanier wurde die Cochenillezucht nach Spanien verpflanzt, wo sie gegenwärtig

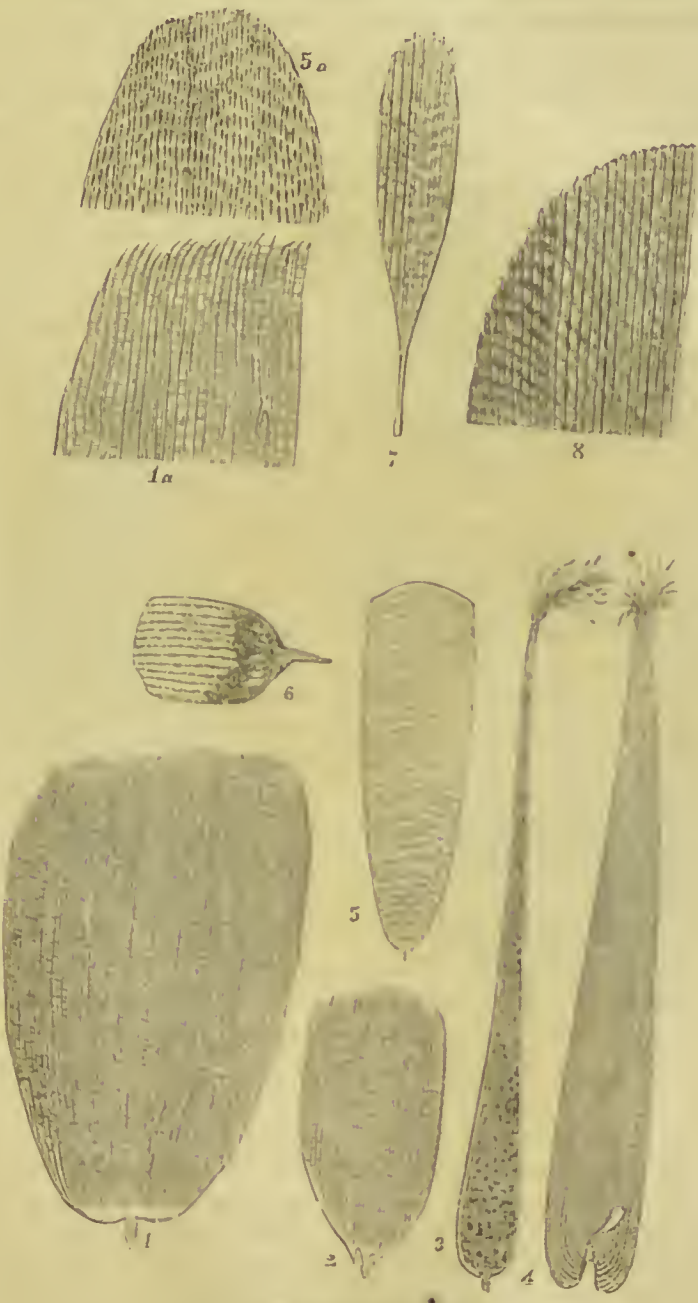


Fig. 119. Schmetterlingsschuppen.

an einigen Punkten der Südküste, besonders um Malaga, in ziemlich großem Maaßstabe und mit gutem Erfolg betrieben wird. — Zu den Halbflüglern ge-

hören auch die Blattläuse (Aphiden), der berühmte Laternenträger der heißen Zone Amerika's (Fulgora Laternaria), die Singcicade (Cicada Orni) Südeuropa's und die verhaßte Bettwanze (Acanthia lectularia).

An die Halbflügler schließt sich in der systematischen Reihenfolge der Insecten das buntfarbige, leicht beschwingte Volk der wegen ihrer schönen Form, ihres zarten Baues, ihres prächtigen Gewandes und ihres harmlosen Wesens allgemein beliebten Schmetterlinge oder Schuppenflügler (Lepidoptera) an. Den letztern Namen verdanken diese herrlichen Insecten dem feinen Schuppengefieder, welches sowol ihre vier sehr vollkommenen Flügel, als ihren Leib bedeckt. Bei jeder Gattung, ja bei jeder Art haben diese Schuppen einen andern Bau und eine andere Form, immer aber sind sie höchst zierlich, und eignen sich daher vorzüglich zu Unterhaltungen mit dem Mikroskop. Fig. 119. zeigt Schuppen von verschiedenen Schmetterlingen in starken Vergrößerungen. Abb. 1 ist eine 250 Mal vergrößerte Schuppe von Morpho Menelaus, 1 a ein Stückchen davon in 500facher Linearvergrößerung, 2 eine Schuppe von Polyommatus Argiolus, 3 eine Schuppe der Hipparchia Janira, eines auf unseren Wiesen häufigen Schmetterlings, 4 eine Schuppe von Pontia Brassica, 5 eine Schuppe von Podura plumbea, 6 die Schuppe eines azurblauen Schmetterlings, gleich allen vorhergehenden in 250facher Linearvergrößerung dargestellt. Abb. 5 a zeigt einen Theil der Schuppe von Podura plumbea in 500facher Linearvergrößerung. Gleiche Vergrößerung besitzen die Abbildungen 7 und 8, welche vergleichsweise Schuppen von einem Mückenflügel (7) und von dem silberglänzenden Leibe des zu den Apteren gehörenden Zuckergastes oder Fischchens (Lepisma saccharina, 8) darstellen. Die Schuppen der Schmetterlinge stehen immer höchst regelvoll auf den Flügeln. Sie sind in kleine Vertiefungen eingefügt und decken sich gegenseitig, wie die Federn der Vögel. Dem bloßen Auge erscheinen sie als schimmernder, duftiger Staub, der sich leicht abwischen läßt. So vollkommen die Schmetterlinge hinsichtlich des Baues ihrer Flugwerkzeuge in der Insectenwelt dastehen, so sind doch ihre Mundorgane viel unvollkommner gebildet, als bei den Hemipteren und besonders bei den Dipteren. Von Kinnbacken ist keine Spur vorhanden, ebenso wenig von einem wirklichen Saugrüssel, sondern sie haben blos eine zum Saugen eingerichtete Zunge. Diese hat nun freilich eine höchst eigenthümliche Einrichtung. Sie besteht nämlich aus zwei Klappen, die zusammen eine Röhre bilden, welche elastisch ist und sich daher beliebig auszudehnen vermag. Diese nach ihrem Ende zu sich allmählich verschmälernde Saugröhre, welche oft den Körper des Schmetterlings an Länge übertrifft, bisweilen aber auch bedeutend kürzer als dieser ist, liegt in der Ruhe immer spiralförmig aufgerollt zwischen den Tastern; beim Saugen dagegen wird sie ausgestreckt und ihre Spitze in die aufzusaugende Flüssigkeit, den Honig der Blumen, eingetaucht. Fig. 120. zeigt bei Abb. 2 die vergrößerte Saugzunge des Seidenspinners oder des aus der nützlichen Seidenraupe hervorgehenden Schmetterlings (Bombyx Mori) stark vergrößert und bei 3 ein Stückchen davon in noch stärkerer Vergrößerung. Einen höchst zierlichen Bau besitzen immer die Fühler der Schmetterlinge, wovon sich der Leser überzeugen wird,

wenn er einen Blick auf Abb. 1 in Fig. 120. wirft, wo der Fühler des eben genannten Seidenspinners stark vergrößert abgebildet ist. Die Fühler der Schmetterlinge — und der Insecten überhaupt — eignen sich ganz besonders zu mikroskopischen Untersuchungen für Anfänger, da sie keiner Präparation bedürfen. — Die Schmetterlinge entstehen bekanntlich durch die Verpuppung der sogenannten Raupen und Spannen welche unmittelbar aus den Eiern der weiblichen,

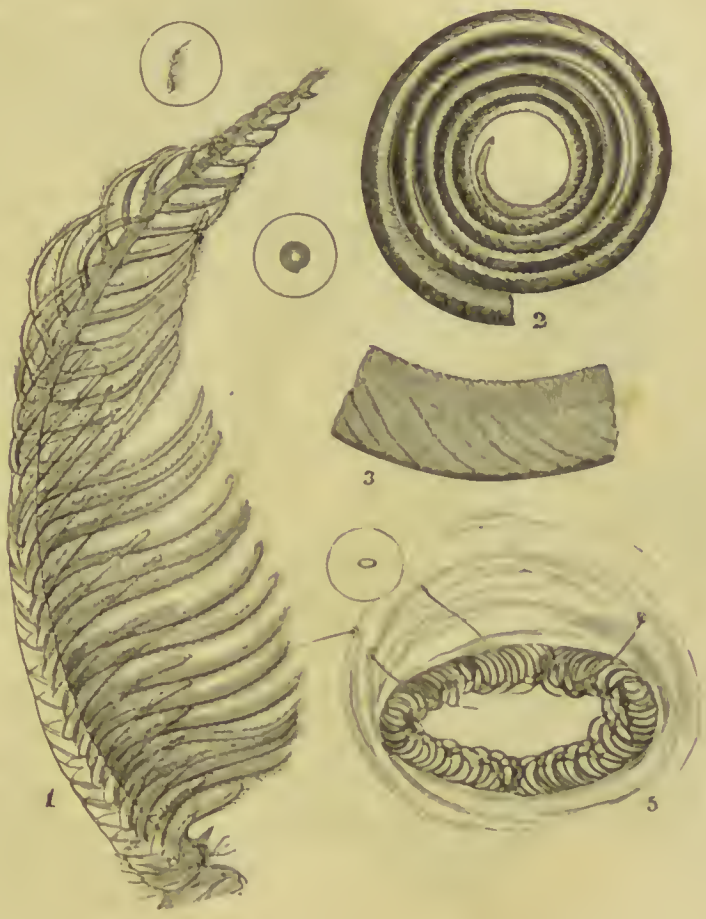


Fig. 120. Fühler, Zunge u. s. w. des Seidenspinners.

nach dem Eierlegen sterbenden Schmetterlinge hervorgehen. Auch diese von vielen Menschen verabscheuten und gescholtenen Thiere bieten dem Mikroskopiker ein reiches Feld der Forschung dar, und beherbergen ungeahnte Wunder an und in ihrem bisweilen sehr unscheinbaren Leibe. Wie wunderbar ist nicht z. B. der Fuß der nützlichen, aber gerade recht ekelhaft aussehenden, nackten, wurmähnlichen

Seidenraupe gestaltet, den Abb. 5 in Fig. 120. stark vergrößert und von der untern Fläche oder der Sohle gesehen darstellt! Seine Sohle besitzt einen Kranz zierlicher, sichelförmiger Häckchen oder Krallen, mittelst deren es der Raupe möglich wird, auf glatten Flächen, wie die Oberfläche der Maulbeerblätter ist, von der sie lebt, zu kriechen. Aehnlich sind die Klammerfüße aller Raupen gebaut.

Die Insecten der bis jetzt geschilderten vier Ordnungen haben fast alle einen zum Saugen eingerichteten Mund, indem Pflanzensäfte und Blut ihre ausschließliche Nahrung bilden. Dagegen sind die Insecten der vier noch übrigen Ordnungen mit einem zum Nagen eingerichteten Mund, daher mit sehr vollkommen ausgebildeten Freßwerkzeugen versehen, und da dieselben zugleich sehr entwickelte Flugorgane, in der Regel vier vollständige Flügel besitzen, so werden sie mit Recht als die vollkommensten Insecten betrachtet. Diejenigen der ersten und dritten Ordnung, die Netzflügler und Geradflügler, erleiden eine nur unvollkommene, diejenigen der zweiten und vierten Ordnung aber, die Hautflügler und Käfer, eine vollkommene Verwandlung. Die Netzflügler (Neuropteren) haben ihren Namen von den zu einem zierlichen Netz verbundenen Adern erhalten, welche ihre häutigen Flügel durchziehen. Zu ihnen gehören die bekannten Libellen oder Wasserjungfern, die Eintags- und Florfliegen. An diese schließt sich das zahlreiche Heer der mit ebenfalls häutigen, aber mit von wenigen Adern durchzogenen Flügeln versehenen Hautflügler (Hymenopteren) an, deren Weibchen immer einen Stachel besitzt. Die bekanntesten Repräsentanten

Fig. 121. Wespen- und Bienenstachel.

dieser Ordnung sind die Ameisen, Wespen, Hornissen, Hummeln und Bienen. Der interessanteste Theil ihres Körpers ist wie bei den Bremsen der Stechapparat. Der Stachel liegt stets in einer hörnernen Scheide, welche einen Schlitz besitzt, durch den der Stachel herausgestoßen und zurückgezogen werden

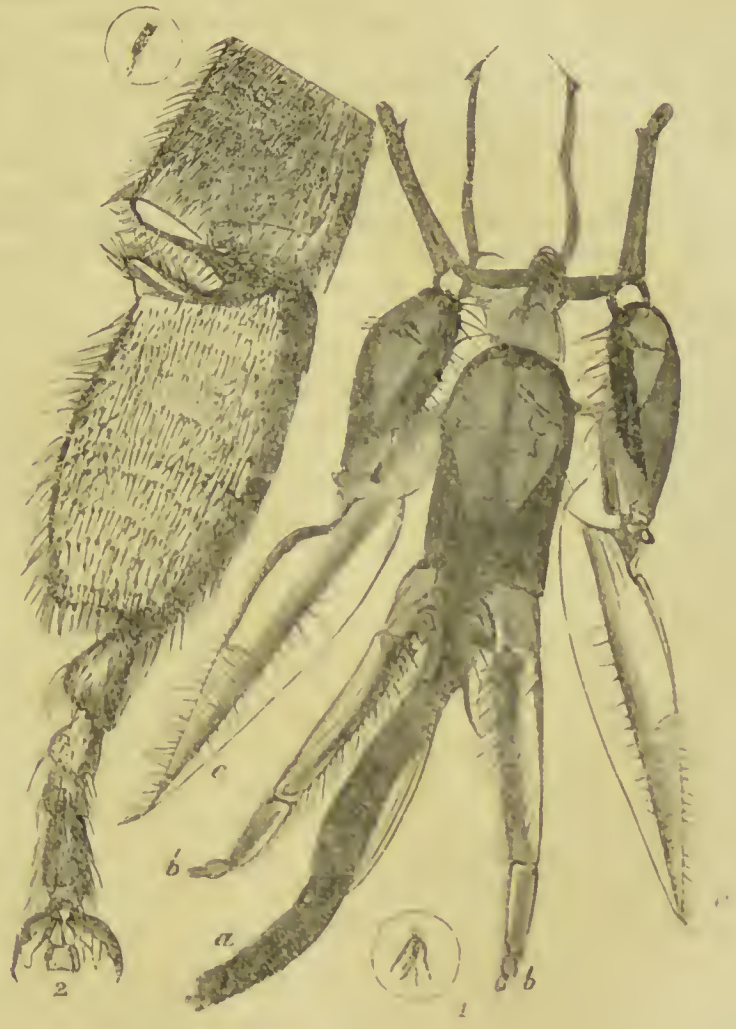


Fig. 122. Bienenrüssel und Bienenfuß.

kann. Zu diesem Zweck ist der Stachel an starke Muskeln befestigt, welche so angebracht sind, daß sie ihn herauszustoßen und zurückzuziehen vermögen. Der Stachel selbst ist hohl und hat eine feine durchbohrte Spitze. Beim Stoßen drückt er auf einen unter ihm befindlichen Drüsenapparat, welcher eine ätzende, giftige

Flüssigkeit aussondert, die sich durch den hohlen Stachel in die Wunde ergießt. Fig. 121. stellt bei Abb. 1 den Stachel der Wespe mit seinen Muskeln, bei 2 den Bienenstachel stark vergrößert dar. Einen sehr wunderbaren Bau besitzt auch der Apparat, mit welchem die Bienen den Honig auffangen (Fig. 122. Abb. 1). Er besteht nämlich aus einem elastischen Saugrüssel (a), zwei kurzen Tastern zu beiden Seiten desselben (b) und zwei lanzettförmigen hohlen, harten, hornartigen Körpern (c), welche an der erweiterten Basis des Rüssels beweglich angebracht sind. Letztere haben wahrscheinlich den Zweck, die inneren Blüthentheile, als Staubgefäße und Blumenblätter, aus einander zu biegen und dem Rüssel den Weg zu dem im Grunde der Blüthe angesammelten Honig zu bahnen. Abb. 2 stellt einen der Füße dar, mit welchen die Bienen das Wachs fortragen. — Auch die beiden vollkommensten Insectengruppen, die Ordnungen der Geradflügler und Deckflügler oder Käfer bieten dem Mikroskopiker des Wunderbaren und Interessanten die Menge dar; der beschränkte Raum erlaubt mir aber nicht, noch mehr über die Insecten hinzuzufügen. Ich bemerke daher blos noch, daß die Geradflügler, zu denen unter anderen die Heuschrecken, Heupferde, Grillen und Heimchen, sowie die häßlichen und lästigen Schaben oder Schwaben gehören, zwei härtliche, pergamentartige Vorder-, und zwei viel breitere, der Länge nach fächerförmig gefaltete und von vielen Netzadern durchzogene Hinterflügel besitzen, bei den bekannten Käfern dagegen die Vorderflügel als hornartige, schildförmige Deckel, welche die hinteren häutigen Flügel bedecken und daher Flügeldecken genannt werden, ausgebildet sind.

Sechster Abschnitt.

Der mikroskopische Bau der höheren Thiere und des Menschen.

Ich habe schon oben bemerkt, daß die höheren Thiere, gleich den höheren Pflanzen, viel mehr Uebereinstimmung in ihrem Baue erkennen lassen, als die niederen Thiere, indem sowol die Säugethiere, als die Vögel, Amphibien und Fische, dieselben festen und flüssigen Bestandtheile, wie Knochen, Knorpel, Zähne, Bänder, Sehnen, Haut, Muskeln, Gefäße, Gehirn, Nerven, Blut, Lymphe u. s. w., desgleichen dieselben Sinneswerkzeuge und Eingeweide, als Augen, Ohren, Geruchsorgan, Zunge, Magen, Darmkanal, Lungen, Leber, Milz, Nieren, Geschlechtswerkzeuge u. s. w. besitzen. Aus diesem Grunde ist eine Schilderung der einzelnen Klassen der höheren Thiere unnöthig, um so mehr, als ich bei jedem meiner Leser eine genügende Bekanntschaft sowol mit der äußern Gestalt, als mit der innern Einrichtung des Körpers jener Thiere und auch des Menschenkörpers voraussetzen darf. Ich will mich daher hier, wie oben bei den höheren Pflanzen, auf eine flüchtige Schilderung des mikroskopischen Baues der wichtigsten „Gewebe", der mikroskopischen Beschaffenheit des Blutes und der Milch und auf einige Bemerkungen über die Bildungs- oder Entwickelungsgeschichte des Körpers der höheren Thiere beschränken, indem ich meinen Schilderungen eine Anzahl mikroskopischer Bilder zu Grunde lege oder gewissermaaßen den Leser Blicke durch das Mikroskop in das Innere der verschiedenen thierischen Gewebe u. s. w. thun lasse.

Man kann in dem Körper der höheren Thiere und des Menschen folgende 17 Hauptgewebe unterscheiden: 1. das Knochengewebe, 2. das Knorpelgewebe, 3. das Gewebe der Bänder und Sehnen, 4. das Horngewebe oder das Gewebe der Oberhaut, der Nägel, Vogelschnäbel, Fisch- und Amphibienschuppen, der Federn und der Haare, 5. das Muskelgewebe oder das Gewebe des Fleisches, 6. das eigentliche Zellgewebe, 7. das Gewebe der Blut- und Lymphgefäße, 8. das Nervengewebe, zu dem auch das Gewebe des Gehirns gehört, 9. das Schleimhautgewebe, 10. das Drüsengewebe, 11. das Lungengewebe, 12. das Lebergewebe, 13. das Milzgewebe, 14. das Nierengewebe, 15. das Gewebe der Eier in den Eierstöcken, 16. das

erectile oder elastisch-anschwellende, in den Brustwarzen und anderen Theilen des Körpers vorhandene Gewebe, 17. das Gewebe der Krystalllinse des Auges. Die Mehrzahl dieser Gewebe ist, wie sämmtliche Pflanzengewebe, aus Zellen zusammengesetzt, und auch der Bau und die Bildungsweise dieser Thierzellen im Allgemeinen mit dem Bau und der Bildungsweise der Pflanzenzellen übereinstimmend. Nur besteht die Wand oder Membran der Thierzellen aus einer ganz andern Substanz, als diejenige der Pflanzenzelle, indem die thierische Cellulose viel Stickstoff enthält. Ferner pflegen die Thierzellen weniger regelmäßig geformt und weniger systematisch zusammengefügt zu sein, und die faden- oder faserartige Form bei ihnen vorzuherrschen, während die Pflanzenzellen der Mehrzahl nach kugelig, vieleckig oder prismatisch sind. Auch ist in den Thierzellen eine schichtenweise Verdickung der ursprünglichen Membran von innen her und ein Primordialschlauch meist nicht deutlich wahrzunehmen, dagegen fast in allen ein großer Zellenkern vorhanden, welcher häufig, durch Theilung in kleinere Kerne, Veranlassung zur Bildung neuer Zellen giebt. Endlich vermag die Thierzelle nicht, wie die Pflanzenzelle, aus den einzelnen unorganischen Bestandtheilen, aus denen jede thierische und pflanzliche Substanz zusammengesetzt ist, nämlich aus Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff u. s. w., neue organische Stoffe zu bilden, sondern sie ist blos im Stande, bereits gebildete organische Stoffe, die ihr zugeführt werden, in andere umzuwandeln.

Fig. 123. Stück von einem Schädel der Sireneneidechse.

Ich will dem geehrten Leser nun den Bau der wichtigsten Gewebe des Thierkörpers an einer Reihe mikroskopischer Bilder erklären, und zwar wollen wir mit dem Knochengewebe den Anfang machen, da ja die Knochen die eigentliche feste Grundlage, das Gerüst (Skelett) des Thierkörpers bilden. Die vollkommen ausgebildeten Knochen bestehen immer, auch wenn sie dem bloßen Auge auf dem Durchschnitt als eine ganz dichte, feste Masse erscheinen, aus unregelmäßig verzweigten Zellen, welche sich durch ihre Zweige mit einander verbinden (Fig. 123., wo ein Stückchen von dem Schädel einer Sireneneidechse, Siren lacertina, in etwa hundertfacher Linearvergrößerung abgebildet ist). Eine jede Knochenzelle besitzt eine aus Knorpelsubstanz bestehende Zellwand, und ist inwendig mit kohlen- und phosphorsaurer Kalkerde erfüllt und daher undurchsichtig, weshalb die Knochenzellen unter dem Mikroskope bei durchfallendem Lichte schwarz, die sie trennenden Zwischenräume weiß erscheinen. Die Zweige der Knochenzellen sind, wie sich bei einer genauern Untersuchung und bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen ergiebt, hohle Röhren; durch diese dringt die weiche, gefäßreiche Haut, welche die Innenwandung der den Knochen durchziehenden Markröhre auskleidet, in die

Knochenzellen hinein, deren Innenwand sie überzieht. Wegen des Gehalts an Kalk besitzen die Knochenzellen immer einen bedeutenden Grad von Härte und Starrheit, und dieser Eigenschaft verdanken die Knochen selbst ihre Härte und Steifigkeit, welche sie geschickt macht, den Weichtheilen, aus denen die Hauptmasse des Thierkörpers besteht, als feste Stützen zu dienen. In jungen Knochen erscheinen die Knochenzellen (auch Knochenkerne genannt) stets in eine Knorpelmasse eingebettet, ja anfangs bestehen die Knochen blos aus Knorpel. Je älter sie aber werden, desto mehr Knochenzellen erzeugen sich in ihrem Innern und desto mehr nimmt auch die Knorpelsubstanz ab, bis dieselbe endlich blos noch auf die Knorpelhülle der Knochenzellen beschränkt bleibt. Letztere erscheinen in sehr mannigfacher Weise gruppirt, weshalb der innere Bau der Knochen ein sehr verschiedenartiges Ansehen hat. Bald sind sie regellos zerstreut, wie in Fig. 123. u. 126. Abb. 1, bald in parallele Linien gestellt, wie in Fig. 124. Abb. 1, welche ein

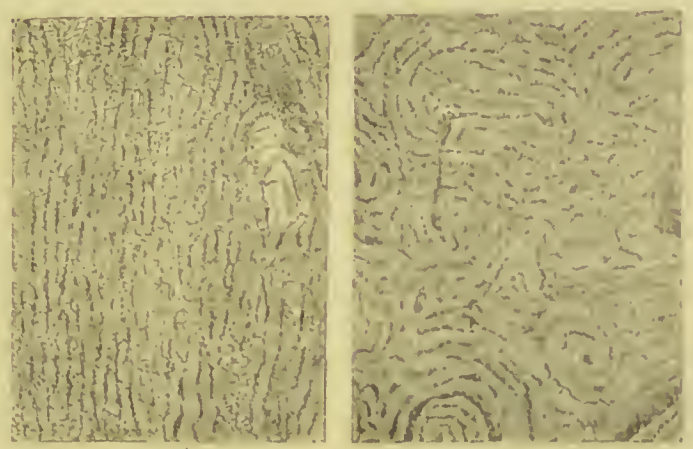


Fig. 124. Durchschnitte durch Knochen einer Schildkröte und des Straußes.

Stückchen von dem Querschnitt durch einen Oberarmknochen einer Schildkröte in 200maliger Linearvergrößerung darstellt, bald in sich einschließende (concentrische) Kreise geordnet, wie in Fig. 124. Abb. 2, wo ein Stückchen eines Querdurchschnitts durch einen Schenkelknochen eines Straußes in derselben Vergrößerung abgebildet ist. Diese concentrische Anordnung der Knochenzellen, welche auch die Röhrenknochen (die langen von einem Markkanal durchzogenen Knochen) des Menschen und überhaupt aller Säugethiere erkennen lassen, rührt von kleinen wurmförmig gekrümmten Kanälen her, die sich aus der Markhöhle in die Knochensubstanz erstrecken und dieselbe in den verschiedensten Richtungen durchsetzen. Diese blos mit dem Mikroskop sichtbaren Kanälchen sind für die Blutgefäße bestimmt, die der Knochensubstanz, resp. den Knochenzellen, die ihnen nöthige Nahrung aus der Markhöhle zuführen sollen. Jeder solcher Kanal pflegt von 10 bis 12 con-

centrischen Knochenlamellen umgeben zu sein, die entweder blos aus Reihen von Knochenzellen bestehen (Fig. 124. Abb. 2), oder aus Knorpellamellen, in welche die Knochenzellen, ebenfalls concentrische Ringe bildend, eingebettet sind. Im letztern Falle besitzt die Knochenmasse einen sehr zierlichen Bau, wie aus Fig. 125. erhellt, wo bei Abb. 1 ein kleines Stückchen von einem Querschnitt durch das Schlüsselbein des Menschen in 95facher Linearvergrößerung dargestellt ist. Bei schwächerer Vergrößerung erscheinen die Knochenzellen blos als schwarze Punkte in den concentrischen Linien (Fig. 125. Abb. 2). Noch mannigfaltiger, als die Gestalt und die Ordnungsweise der Knochenzellen, ist ihre Größe, denn während manche außerordentlich klein sind (Fig. 124.), besitzen andere eine bedeutende Größe (Fig. 123. und 126. Abb. 1). Am größten und zugleich am meisten in die Länge gezogen pflegen sie bei den Reptilien zu sein (s. Fig. 126. Abb. 1, wo ein Stückchen von dem Oberarmknochen eines Pterodactylus in 200maliger Linearvergrößerung abgebildet ist). Noch muß ich bemerken, daß Knochenzellen nicht allein

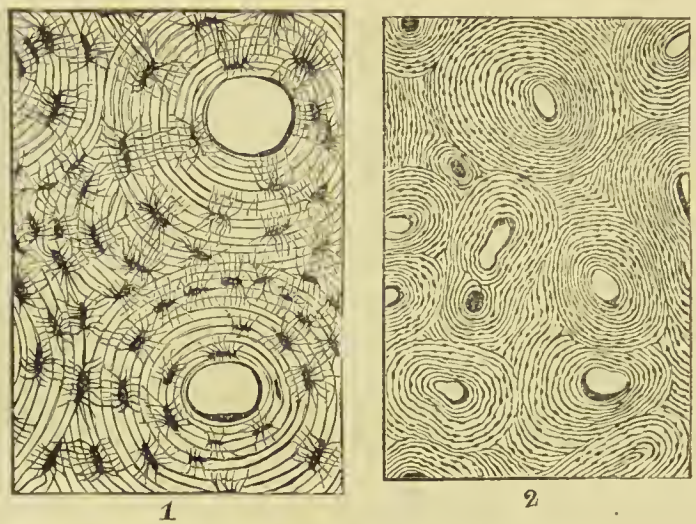


Fig. 125. Durchschnitte durch das Schlüsselbein des Menschen.

in den Knochen, sondern auch im Innern der Zähne, ja selbst in manchen Horngebilden vorkommen, wie z. B. in den dicken, harten Schuppen des Stachelrochens. Fig. 126. Abb. 2 zeigt einen Horizontalschnitt durch eine Schuppe dieses Seefisches in 200maliger Linearvergrößerung. Man bemerkt darin zwei große, zur Aufnahme von Blutgefäßen bestimmte Kanäle, in welche zahlreiche, verzweigte Röhrchen einmünden, die sich in der verschiedensten Richtung durch die Hornmasse hindurch erstrecken. An einigen Stellen bemerkt man aber auch noch Gruppen von schwarzen, eckigen und verzweigten Körperchen; es sind dies kleine Knochenzellen. Bei den Zähnen bilden die Knochenzellen stets den innersten, meist lockern oder schwammigen Theil, in welchem sich die für den Zahnnerv und die den Zahn ernährenden Blutgefäße bestimmte Höhlung befindet. Dieser knöcherne Theil

des Zahnes ist von der eigentlichen Zahnsubstanz (Dentine) und dem sogenannten Zahnschmelz (Email) umgeben. Die Dentine besteht aus kugelartigen

1 2

Fig. 126. Durchschnitt durch den Oberarm eines Pteredactylus und durch die Schwanz eines Stachelrochens.

Ballen von verschiedener Größe, welche zusammen in eine Masse verschmolzen sind, durch die sich enge Röhren von innen nach außen erstrecken, der Zahnschmelz aus äußerst feinen, dicht neben einander liegenden, in der Richtung von außen (von der Oberfläche des Zahnes) nach innen laufenden und sich dabei gabelförmig spaltenden Röhrchen. Fig. 127., welche ein schwach vergrößertes Bild von dem Querdurchschnitt eines menschlichen Backenzahnes darstellt, zeigt diese drei Schichten der Zahnmasse sehr deutlich. Der von strahlenförmigen Linien durchzogene Theil nämlich, welcher die weißen Höhlungen umschließt, ist der eigentliche Zahnknochen, der denselben umgebende punktirte Streifen die Dentine, und der schmale schwarze Saum darum das Zahnemail.

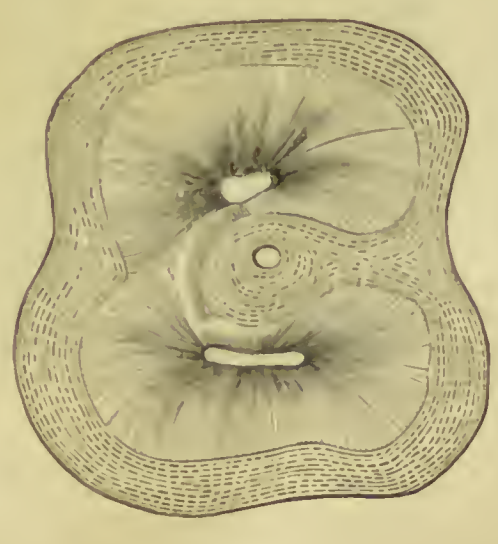


Fig. 127. Durchschnitt eines menschlichen Backenzahnes.

Einen ganz andern, doch nicht minder interessanten Bau, als das Knochengewebe, besitzt das Gewebe der Knorpel. Die Knorpel erscheinen nämlich unter dem Mikroskop aus einer feinfaserigen Masse gebildet, in welche meist rundliche, seltener eckige oder gar verästelte Zellen bald einzeln, bald gruppenweise, bald zerstreut, bald eng zusammengedrängt eingelagert sind. Eine jede Knorpelzelle pflegt einen großen aus kleinen Körnchen zusammengesetzten Zellenkern oder

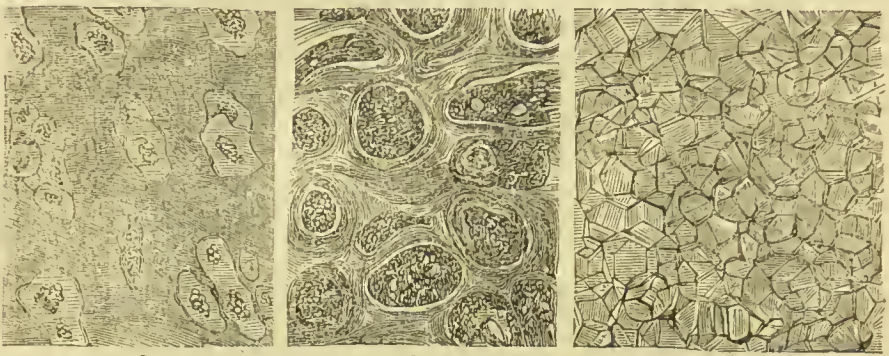


Fig. 128. Knorpelgewebe.

mehrere kleine einfache Zellenkerne zu enthalten. Wie höchst verschiedenartig der Bau der Knorpel ist, ergiebt sich aus Fig. 128. und 129., wo Schnittchen

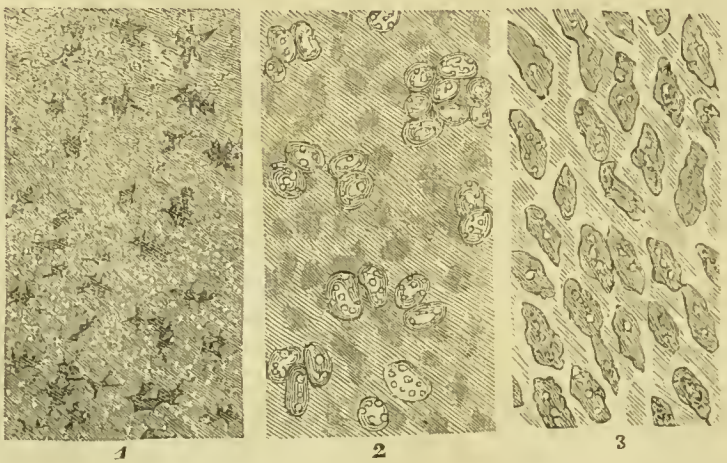


Fig. 129. Knorpelgewebe.

von verschiedenen Knorpeln in starker Linearvergrößerung, und zwar auf Fig. 128. in 200-, auf Fig. 129. in 250maliger dargestellt sind. Fig. 128. Abb. 1 nämlich ist ein Stückchen vom Ohrknorpel der Maus, 2 vom Ohrknorpel des Kaninchens, 3 vom Knorpel einer Menschenrippe, Fig. 129. Abb. 2 ein Stückchen Knor-

pel aus dem Kopfe des glatten Rochen, 3 ein Stückchen Knorpel aus dem Leibe des Frosches. Abb. 1 endlich zeigt ein Stückchen von dem schwammigen, kalkreichen Schalenstück im Mantel des Tintenfisches, welches meiner Ansicht nach mehr zu den Knochen als zu den Knorpeln gerechnet werden muß. Denn abgesehen davon, daß es schon äußerlich viel mehr Aehnlichkeit mit einem Knochen, als mit einem Knorpel hat, so haben die in der Fasermasse eingebetteten und mit kohlensaurem Kalk erfüllten Zellen eine viel mehr an die Knochen- als an die Knorpelzellen erinnernde Form. Unter den übrigen, ächten, hier abgebildeten Knorpeln ist namentlich der Ohrknorpel der Maus merkwürdig wegen seiner vieleckigen und innig an einander geschmiegten Zellen, indem eben deshalb dieses Gewebe auffallend an ein pflanzliches Zellgewebe erinnert. Die Knorpelmasse besitzt stets einen bedeutenden Grad von Elasticität und Dehnbarkeit und gewöhnlich eine gelbliche oder grauweiße Farbe. Daß sie die Grundlage aller Knochen bildet, ist bereits erwähnt worden.

Die Knochen und Knorpel sind bekanntlich durch zähe, theils sehr, theils wenig oder gar nicht elastische Häute mit einander verbunden, welche man Bänder nennt. Dieselben bestehen, wie man unter dem Mikroskop deutlich erkennt, aus mehr oder weniger parallel verlaufenden Bündeln von zähen Fasern, und zwar sind die Faserbündel und die einzelnen Fasern in den elastischen Bändern von gelblicher, in den nicht oder wenig elastischen von silberweißer Farbe. Die weißen Fasern der unelastischen Häute laufen meist vollkommen parallel und kreuzen oder verbinden sich nur, wenn mehrere Schichten solcher Fasern über einander liegen; die gelblichen Fasern dagegen spalten sich häufig gabelförmig und verbinden sich mit Aesten der benachbarten Fasern. Die Fasern sind außerordentlich dünn, in den elastischen Bändern des Menschen beträgt ihr Durchmesser oft nur $^1/_{10\,000}$ und niemals über $^1/_{5000}$ Zoll. Sowol die gelblichen als die weißen Faserbündel sind mit feinmaschigem Zellgewebe bedeckt und unter einander verbunden. Fig. 130. stellt bei Abb. 1 ein Stückchen weißes, bei 2 ein Stückchen gelbes Fasergewebe dar. Am häufigsten kommt das weiße Fasergewebe vor. Aus diesem bestehen nämlich vorzugsweise die Sehnen der Muskeln, viele Bänder, der Herzbeutel, die äußere, harte, sehnige Haut, welche das Gehirn umgiebt, die Knochenhaut oder der bandige Ueberzug der Knochen, die sehnigen Häute, an welche viele Muskeln angeheftet sind, die äußere, weiße, sehnige Haut des Auges (die Sclerotica) und andere Häute von sehniger Beschaffenheit. Alle diese Häute und Bänder werden durch kleine, äußerst fein verzweigte Blutgefäße ernährt, welche sich durch das feinmaschige Zellgewebe erstrecken, das die einzelnen Faserbündel umgiebt und verknüpft. Dieses feinmaschige Gewebe, auch **Zellgewebe** im engern Sinne genannt, besteht aus netzförmig verbundenen Fasern (s. Fig. 130. Abb. 4) und spielt als verbindendes Gewebe eine große Rolle im Thier- und Menschenkörper. Am entwickeltsten und in größter Menge wird es unter der Haut angetroffen. Aus Fasergewebe besteht auch die harte, faserige Haut, welche die Kalkschale der Vogeleier inwendig auskleidet. Fig. 130. Abb. 3 zeigt ein Stückchen einer solchen Eihaut nach Entfernung des die Zwischenräume der Fasern ausfüllenden Kalkes, stark vergrößert.

Nahe verwandt mit dem Fasergewebe der elastischen Bänder und Häute ist das Muskelgewebe. Dieses Gewebe, welches bekanntlich das Fleisch, folglich fast die Hauptmasse des Thier- und Menschenkörpers bildet, besteht nämlich aus einer Menge von parallel neben einander liegenden Muskel- oder Fleischbündeln, welche ihrerseits aus unzähligen, ebenfalls parallelen Fleisch- oder Muskelfasern und letztere wieder aus zahllosen gleichfalls parallelen Fäserchen, sogenannten Primitivfasern, zusammengesetzt sind. Letztere bilden sich aus Reihen von kurzen cylindrischen Zellen durch Aufsaugung der die Zellen von einander trennenden Wände, also ganz ähnlich, wie die sogenannten Gefäße der Pflanzen, sind jedoch nicht hohle Röhren, sondern dichte Cylinder, aber von so außerordentlicher Zartheit, daß ihr Durchmesser höchstens $^1/_{600}$ Linie beträgt.

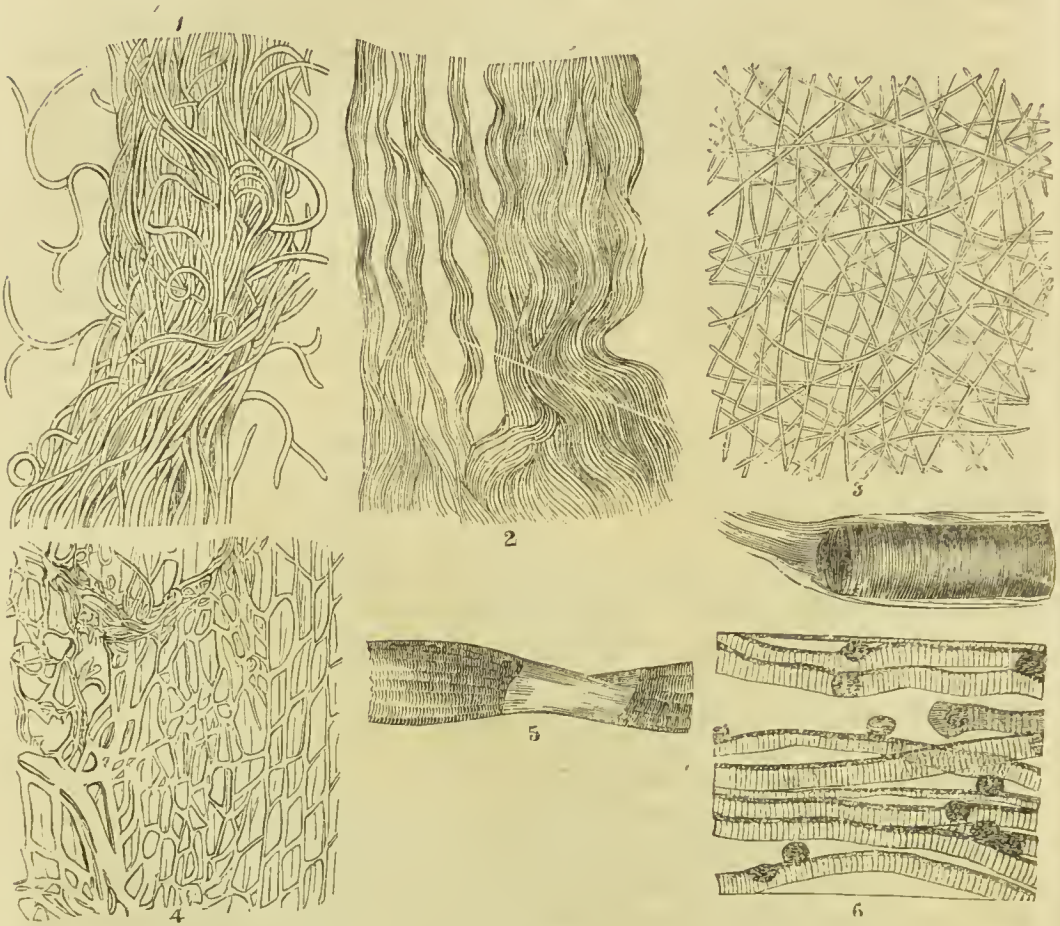


Fig. 130. Faser- und Muskelgewebe.

Weil diese Primitivfasern aus Zellenreihen entstanden sind, erscheinen sie unter dem Mikroskop bei starker (mindestens 250maliger) Linearvergrößerung der Quere nach feingestreift (Fig. 130. Abb. 6, wo unten mehrere einzelne Primitivfasern, mit einzelnen Blutkügelchen vermengt, dargestellt sind), wol auch perlschnurförmig. Die Primitivfasern kommen übrigens niemals einzeln vor, sondern liegen immer zu mehreren beisammen innerhalb einer zarten, häutigen Scheide, welche wegen der durchscheinenden Primitivfasern ebenfalls quergestreift aussieht (Fig. 130. Abb. 6 oben). Eine solche Vereinigung von Primitivfasern bildet eine Muskelfaser, und mehrere Muskelfasern ein Muskelbündel. Letztere entstehen dadurch, daß eine Anzahl von Muskelfasern hier und da durch häutige Scheiden zusammengehalten wird (Fig. 130. Abb. 5). Eine Menge solcher Muskelbündel vereinigen sich sodann zur Bildung eines Muskels. Die Muskelsubstanz ist aus denselben chemischen Stoffen zusammengesetzt, wie das Blut, und muß folglich aus dem Blute entstehen. Demgemäß sind auch die Muskeln von vielen feinen Blutgefäßen durchzogen, welche sich zwischen den Muskelfasern durchwinden und dieselben ernähren. So viel Interessantes nun auch der Bau der Muskeln darbietet, so ist dieser doch keineswegs das Merkwürdigste. Als solches muß unbedingt die Zusammenziehungsfähigkeit (Contractibilität) der Muskelfaser angesehen werden, durch welche es den Muskeln möglich wird, die Gliedmaaßen des Thierkörpers in bestimmten Richtungen zu bewegen, sowie auch Zusammenziehungen und Ausdehnungen innerer Theile zu bewirken. Die Contractibilität der Muskelfasern steht nun aber theils unter dem Einflusse des Willens, theils ist sie von demselben unabhängig. So ziehen sich die Muskeln, welche unsere Finger, Hände, Arme, Beine u. s. w. bewegen, wenigstens wenn wir gesund sind, nur dann zusammen, wenn wir eine Bewegung mit jenen Gliedmaaßen ausführen wollen, und müssen demgemäß vom Gehirn aus erst durch die zu ihnen laufenden Nerven angeregt werden, was freilich mit der Schnelligkeit des Blitzes geschieht. Dagegen vermögen wir eine Zusammenziehung der muskulosen Ringfasern, welche in der Haut der Därme angebracht sind, und welche durch ihre abwechselnde Zusammenziehung und Ausdehnung die sogenannte wurmförmige Bewegung der Därme hervorbringen, keineswegs zu bewirken. Die Muskelfasern und Muskeln zerfallen demgemäß in *willkürliche* und *unwillkürliche*. Das Merkwürdigste hierbei ist, daß die Primitivfasern der unwillkürlichen Muskeln keine Querstreifung erkennen lassen, sondern ganz glatt sind.

Ueber dem Fleische oder der Muskelmasse, welche mittelst der Sehnen und Sehnenbänte an das Knochengerüste befestigt ist, liegt stets eine Schicht von *Fett* und *Zellgewebe* und darüber die eigentliche *Haut*, welche die äußerste Umhüllung des Körpers bildet, und bei dem Menschen mit Ausnahme weniger Stellen nackt oder nur mit zerstreuten kurzen Härchen bedeckt, bei den übrigen Säugethieren aber meist mit Haaren, bei den Vögeln mit Federn, bei den Amphibien und Fischen gewöhnlich mit Schuppen bekleidet ist. Die Haut besteht immer aus mehreren über einander liegenden Schichten verschiedenartigen Gewebes, am häufigsten aus dreien, nämlich aus der *Oberhaut*, einer dünnen Lage hornartiger

Substanz, die von vielen kleinen runden Oeffnungen, den sogenannten Poren, durchbrochen ist, einer darunter befindlichen dicken Schicht von Fasergewebe, der sogenannten Lederhaut, und der Schleim- oder Gefäßhaut, in welcher die für die Ernährung der Haut und ihrer Drüsen bestimmten Blutgefäße und die Nervenzweige verlaufen, welche die Haut zu einem Werkzeuge des Fühlens (zu einem Tastorgan) machen. Diese Aufgabe erfüllt die Haut besonders an den Fingerspitzen, wo in der genannten Schicht außerordentlich zahlreiche Nervenzweige verlaufen. Außerdem aber hat die Haut eine dreifache Bestimmung. Sie dient nämlich einestheils als schützende Hülle für den gesammten Körper, anderntheils als Ernährungsorgan für die Haare, Federn, Schuppen u. s. w.,

Fig. 131. Menschenhaut.

mit denen ihre Außenfläche bedeckt ist, und endlich zur Ausscheidung des im Blute im Uebermaaße enthaltenen Wassers. Letzteres geschieht durch den Schweiß, welcher in besonderen Drüsen, die sich innerhalb der Schleim- oder Gefäßschicht der Haut befinden, abgesondert wird. Eine jede Schweißdrüse ist ein kleiner, von einem äußerst feinen Blutgefäßgeflecht durchzogener und von zahlreichen kugeligen Fettzellen umgebener Knoten, von dem aus sich eine enge zartwandige Röhre nach außen zu erstreckt. Jede solche Schweißröhre beschreibt, sowie sie in die Faserhaut eintritt, eine Menge schraubenförmige Windungen, worauf sie sich in einer Schlangenlinie durch die Faserhaut hindurch bis in die Oberhaut erstreckt, wo sie mit einer Pore sich nach außen öffnet (s. Fig. 131., wo ein Stück-

chen Menschenhaut senkrecht durchschnitten in 250facher Linearvergrößerung abgebildet ist). Diese Schweißdrüsen und Poren sind am zahlreichsten an der Innenfläche der Hand, wo sie sehr regelmäßig in Reihen geordnet stehen. Man hat hier in einem Quadratzolle der Oberhaut nicht weniger als 3528 Poren gezählt. Da nun jeder Schweißkanal ungefähr einen Viertelzoll lang ist, so würden alle zusammen, wenn man sie an einander reihen könnte, eine Röhre von 882 Zoll oder 73½ Fuß Länge bilden! Um die Haut fortwährend geschmeidig zu erhalten und sie zugleich undurchdringlich für das Wasser zu machen, ist dieselbe mit einer ungeheuren Menge von kleinen Drüsen, den sogenannten Talgdrüsen versehen. Diese liegen ebenfalls in der Gefäßhaut, und sind kleine Kugeln, die nicht selten zu weintraubenartigen Gruppen in den Umgebungen der flaschenförmigen Räume, in denen sich die Haare und Federn bilden, oder der sogenannten Haarbälge vereinigt sind. Sie bereiten ein dickflüssiges Fett, welches durch einen engen, häufig ebenfalls spiralig gewundenen Kanal auf die Oberfläche der Haut geleitet wird und sich über diese ausbreitet. Die Erzeugung und Ernährung der Haare und Federn endlich geschieht durch die schon erwähnten Haarbälge, kleine flaschenförmige, mit unfreiwilligen Muskelfasern umgebene Höhlungen in der Haut, zu

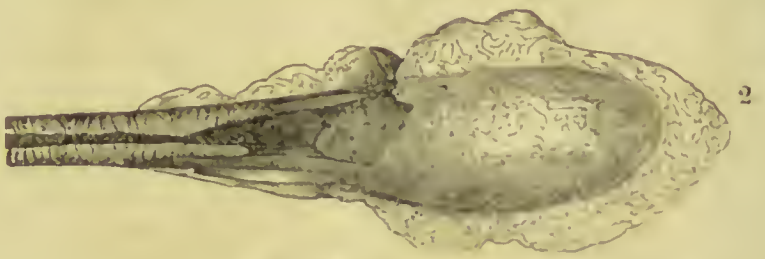


Fig. 132. Haarbalg.

welchen sich feine Blutgefäße erstrecken, und in denen das Haar oder die Feder als ein zwiebelartiger hohler, mit Schleim erfüllter Körper entsteht (s. Fig. 132., wo ein Haarbalg mit dem darin befindlichen Haare vom Kopfe des Menschen in 250maliger Linearvergrößerung abgebildet ist). Diese sogenannte Haarzwiebel ist an ihrer Basis trichterartig ausgehöhlt, und sitzt hier auf einem kleinen, kegelförmigen, von zahlreichen kleinen Nerven- und Blutgefäßzweigen durchzogenen und daher sehr empfindlichen Körper, welcher beim Ausreißen des Haares den oft ziemlich heftigen Schmerz verursacht. Jedes Haar besitzt eine hornartige Rinde, und ein aus Zellen bestehendes Inneres. Diese Zellen sind mit Farbstoff gefüllt, von welchem die Farbe des Haares abhängt. Aehnliche mit Farbstoff erfüllte Zellen finden sich in der Lederhaut des Negers und aller mit einer farbigen Haut begabten Menschenracen. Auswendig sind die Haare häufig mit oft höchst merkwürdig gestalteten Hornschuppen besetzt, die ihnen wegen ihrer regelvollen Anordnung unter dem Mikroskop bisweilen ein sehr zierliches Ansehen verleihen, z. B. bei den Fledermäusen (Fig. 133. Abb. 1, wo ein Stück von einem Haare der indischen Fledermaus in 500facher Linearvergrößerung dargestellt

ist). Auch die Haare der Insecten zeigen häufig einen solchen schuppigen Ueberzug (Fig. 133. Abb. 2, Haar eines Speckkäfers in 250facher Linearvergrößerung). Die Haare des Menschen dagegen sind glatt, ebenso diejenigen der Maus (Fig. 133. Abb. 3, Stück von einem Mäusehaar in 250facher Linearvergrößerung). Noch will ich bemerken, daß das Menschenhaar auf dem Querschnitt niemals kreisrund, sondern zusammengedrückt und auf der einen Seite rinnenartig ausgehöhlt erscheint.

Alle im Vorstehenden geschilderten Gewebe, sowie auch die noch nicht beschriebenen, welche die in den inneren Höhlungen des Körpers befindlichen Theile, das Gehirn, die Lungen, Leber, Milz, Nieren, kurz sämmtliche Eingeweide zusammensetzen, können sich nicht selbst ernähren, sondern müssen durch andere Organe ernährt werden. Es sind dies die schon oft erwähnten Blutgefäße, und zwar diejenigen, welche das hellrothe, aus der linken Hälfte des Herzens mit großer Gewalt ausströmende Blut (das arterielle Blut) in alle Theile des Körpers leiten, denn dieses hellrothe Blut ist der eigentliche, den Thierkörper ernährende Stoff. Diese Blutgefäße, Schlagadern, Pulsadern oder Arterien genannt, verzweigen sich gleich den Wurzeln eines Baumes auf das Vielfachste, und dringen in alle Gewebe des Körpers ein, wo sich ihre äußersten, dem bloßen Auge noch sichtbaren Zweige in ein feines, mikroskopisches Netzwerk von feinen Aederchen auflösen, welche man Capillargefäße nennt. Fig. 134. zeigt ein solches Capillargefäß in 300facher Linearvergrößerung. Die feinsten Zweige dieser Capillargefäße biegen sich um, verbinden sich zu größeren, dem Auge wieder sichtbaren Adern, welche wieder in einander münden, größere Gefäßstämme bilden, die sich nach und nach zu einigen wenigen großen Gefäßen vereinigen, welche sich zuletzt in eine sehr große Ader ergießen, die in die rechte Hälfte des Herzens mündet. Dieses zweite, aus den sogenannten Blutadern oder Venen bestehende Gefäßsystem führt das Blut aus allen Geweben und Theilen des Körpers nach dem Herzen zurück. Das in denselben enthaltene Blut (venöses Blut) ist von dunkelrother Farbe und zur Ernährung untauglich, weil es in den Capillargeflechten den Sauerstoff sammt den übrigen nährenden Bestandtheilen des Blutes verloren, d. h. an die

Fig. 133. Haare.

Gewebe abgegeben und anstatt dessen Kohlenstoff, d. h. verbrauchtes Material der Gewebe aufgenommen hat, dem es seine dunkle Farbe verdankt. Dieses venöse, kohlenstoffreiche Blut wird nun aber wieder zur Ernährung tauglich gemacht, oder, mit anderen Worten, in arterielles, sauerstoffreiches und hellrothes Blut umgewandelt, es wird gewissermaaßen von Neuem verjüngt, und dies geschieht durch die Lungen. Sowie sich nämlich das venöse Blut in die rechte Herzkammer ergossen hat, wird es auch sofort durch deren Zusammenziehung wieder hinausgetrieben, und durch eine große Ader, die sich bald vielfach verzweigt, in die Lungen geleitet. Diese bestehen der Hauptsache nach aus einem unendlich feinen Netzwerk von zarten Röhrchen, welches durch die wiederholte Zertheilung der Luftröhrenäste (Bronchien) gebildet wird. Fig. 135. Abb. 1 zeigt ein kleines Stückchen des Lungengewebes in 250facher Linearvergrößerung. In derselben Weise verzweigen sich nun auch die in die Lunge eingedrungenen Blutgefäße (Fig. 135. Abb. 2 stellt ein Capillargeflecht aus der Lunge dar), und ihre feinsten Aederchen schlingen

Fig. 134. Capillargefäße

Fig. 135. Lungengewebe und Capillargeflecht in den Lungen.

sich um die kugelig angeschwollenen Enden der bedeutend dickeren Bronchialzweige herum, wie man in Fig. 136. deutlich sieht, wo ein Bronchialzweig mit einem um seine beiden Enden geschlungenen Capillargefäß dargestellt ist. Da die

Bronchialzweige mit der eingeathmeten atmosphärischen Luft erfüllt sind und sowol sie als die Capillargefäße äußerst zarte Wände besitzen, so kann zwischen beiden ein Austausch ihres Inhalts durch die Wände hindurch stattfinden, gerade so, wie zwischen den Pflanzenzellen. In der That nehmen die Capillargefäße den in der Luft der Bronchialzweige enthaltenen Sauerstoff auf, und scheiden Kohlensäure in die Bronchialzweige aus. Deshalb ist die ausgeathmete Luft stets viel reicher an Kohlensäure und viel ärmer an Sauerstoff, als die eingeathmete. Durch die Aufnahme des Sauerstoffs und die Abgabe des überflüssigen Kohlenstoffs wird aber das venöse, in die Lungen hereingeströmte Blut wieder in arterielles, hellrothes Blut verwandelt. Dieses strömt nun durch einen andern großen Gefäßstamm in die linke Herzkammer, durch deren heftige Zusammenziehung es sofort wieder in die große, von der linken Herzkammer ausgehende Schlagader (die Aorta) gepumpt und von hier aus durch das ganze arterielle Gefäßsystem nach allen Theilen des Körpers verbreitet wird. Da aber das arterielle Blut in den Geweben seine nährenden Bestandtheile abgiebt, das venöse, nach dem Herzen zurückströmende Blut folglich gar nicht mehr zur Ernährung taugt, der Sauerstoff endlich für sich allein keineswegs ein Nahrungsmittel ist, sondern nur die Bildung von Nährstoffen anregt, so würde das venöse Blut auch durch sein Hindurchströmen durch die Lunge zur Ernährung nicht befähigt werden, wenn es nicht vorher einen neuen Zufluß von Nährstoff erhielte. In die beiden großen, unter dem Schlüsselbein im obern Theile des Brustkastens gelegenen Venen, welche in die nach der rechten Herzkammer gehende Hauptblutader münden, ergießen sich nämlich zwei große Gefäßstämme, die das Ende eines durch den ganzen Körper verzweigten, zuletzt sich ebenfalls in Capillargeflechte auflösenden Gefäßsystems sind, das die Bestimmung hat, dem Blute neuen Nahrungsstoff zuzuführen. Es ist dies das Lymphgefäßsystem. Dieses eigenthümliche, durch Knotenbildung ausgezeichnete Gefäßsystem entspringt in allen Geweben des Körpers mit feinen Wurzeln, welche dazu bestimmt sind, die Lymphe, d. h. eine wässerige helle Flüssigkeit, die dem Blute unentbehrlich ist, aufzusaugen; seine Hauptwurzeln hat es jedoch in den dünnen Därmen, d. h. da, wo die durch den Mund aufgenommenen und in dem Magen verdauten Speisen in den eigentlichen das Blut ernährenden Saft, den sogenannten Chylus, umgewandelt werden. Der Chylus ist gleich der Lymphe eine wässerige Flüssigkeit, in welcher zahlreiche kleine feste Körperchen, theils von regelmäßiger, theils von unregelmäßiger Form schwimmen. Letztere bestehen aus Fett, während die ersteren kleine, mit einem körnigen Inhalt versehene Zellen von runder, etwas abgeplatteter Form sind. Diese Chylus körperchen sind von verschiedener Größe und

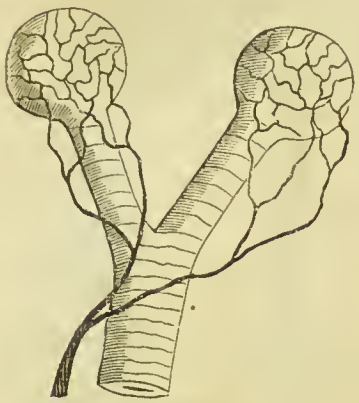


Fig. 136. Bronchialzweig mit Capillargefäßen.

beinahe farblos, verleihen aber wegen ihrer großen Anzahl dem Chylus eine milchartige Farbe. Fig. 137. zeigt größere und kleinere Chylus-körperchen in starker Vergrößerung. Die Innenfläche des Dünndarmes, wo die Chylusbereitung vor sich geht, ist nun mit einer unendlichen Menge kleiner Zotten (Darmzotten) besetzt, die von Capillargeflechten der Lymphgefäße durchzogen und folglich in hohem Grade geschickt sind, den Chylus aufzusaugen. Während seines Strömens durch das Lymphgefäßsystem wird die Chylusflüssigkeit allmählich in Lymphe, d. h. in eine dem wässerigen Theile des arteriellen Blutes sehr ähnliche Flüssigkeit verwandelt; zugleich werden auch die Chylus-körperchen immer mehr veredelt. Sowie die Lymphe in die Schlüsselbeinvenen sich ergossen hat, wird sie, mit dem venösen Blute vermengt, schnell durch die rechte Herzkammer nach der Lunge geleitet, und hier durch die Berührung mit dem Sauerstoff der eingeathmeten Luft in neues arterielles Blut verwandelt. Die Lymphkörperchen röthen sich nämlich, sowie sie in die Lunge gelangen, und da sie Kohlenstoff und auch etwas Eisen enthalten, so wird ihre Röthung wahrscheinlich durch die Oxydation des Eisens und des Kohlenstoffs vermittelst des Sauerstoffs bewirkt. Durch diesen Prozeß werden die Chylus-körperchen in Blutkügelchen verwandelt. Das Blut besteht nämlich aus einer farblosen wässerigen Flüssigkeit und darin schwimmenden festen Körperchen von röthlicher Farbe, welche durch ihre Menge dem Blute seine charakteristische rothe Farbe ertheilen. Diese Körperchen sind zarte, mit einem Kern begabte Zellen von außerordentlicher Kleinheit, und bei dem Menschen, sowie bei den meisten Säugethieren linsenförmig, bei den Vögeln, Fischen und Amphibien aber länglich. Bei jedem Thiere besitzen sie eine bestimmte Größe; die absolut kleinsten haben die Wiederkäuer, die absolut größten der Elephant. Bei ersteren mißt nämlich ein Blutkörperchen blos $^1/_{300}$, bei letzteren dagegen $^1/_{200}$ Linie im Durchmesser. Bei dem Menschen halten die Blutkörperchen $^1/_{310}$ Linie im Durchmesser, und da das Blut bei dem Menschen, wie überhaupt bei den Säugethieren, von ihnen strotzt, so hat man berechnet, daß ein Tropfen Menschenblut von einer Kubiklinie Größe gegen 30 Millionen Blutkörperchen enthalten kann. Diese Blutkörperchen sind die Träger des Sauerstoffs, und spielen daher bei der Ernährung der Gewebe des Thierkörpers eine äußerst wichtige Rolle. Ihnen verdanken wir zugleich die Kenntniß von dem Strömen, folglich auch von dem Kreislaufe des Blutes im Thierkörper, denn da der flüssige Theil des Blutes vollkommen durchsichtig ist, so läßt sich das Strömen desselben unter dem Mikroskope nicht wahrnehmen. Wol aber verrathen die mit großer Schnelligkeit durch das Gesichtsfeld dahin eilenden Blutkörperchen, daß sich das Blut in einer strömenden Bewegung befindet. Das Strömen des Blutes ist ein außerordentlich interessantes Schauspiel. Man kann dasselbe am leichtesten beobachten, wenn man bei einem lebenden

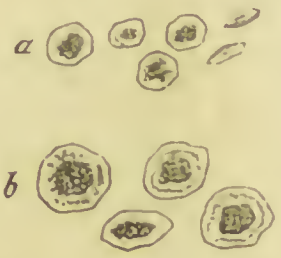


Fig. 137. Chylus-körperchen.

Frosche die zwischen den Zehen befindliche, von feinen Blutgefäßen durchzogene und durchsichtige Schwimmhaut auf dem Tische des Mikroskopes so ausspannt, daß das Licht von dem darunter befindlichen Spiegel durch dieselbe hindurchfällt. Fig. 138. zeigt bei Abb. 1 die Schwimmhaut zwischen zwei Zehen eines Frosches mit ihrem Adergeflecht schwach, bei 2 ein Stückchen davon mit einem sich verzweigenden Blutgefäß und zahlreichen darin strömenden ovalen Blutkörperchen, sowie einigen Fettkügelchen, stark vergrößert. Abb. 3 stellt Blutkörperchen aus dem Menschenblut dar. Noch bemerke ich, daß, eine so allgemein bekannte Thatsache gegenwärtig der Kreislauf des Blutes ist, doch Jahrtausende vergangen sind, bevor derselbe (durch den Engländer Harvey) entdeckt wurde. Seine Entdek-

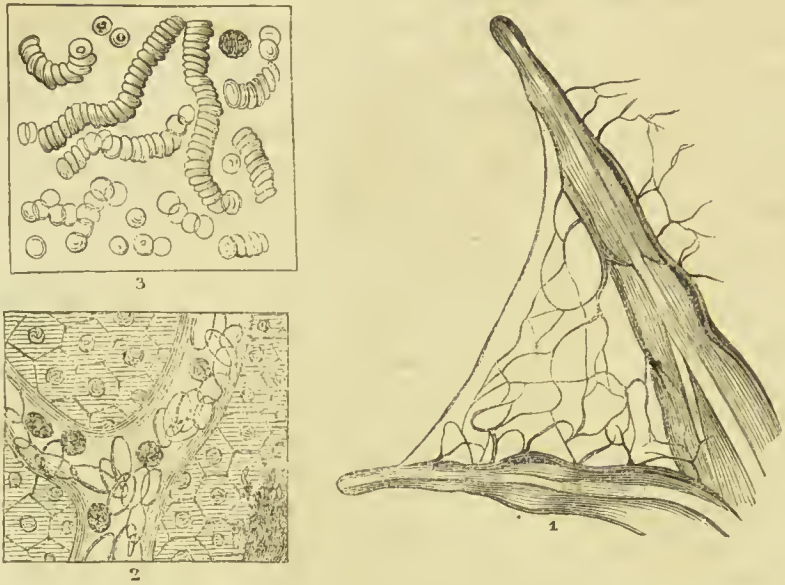


Fig. 138. Strömung des Blutes und Blutkörperchen.

kung war einer der ersten und schönsten Siege, welche die Naturforschung mit dem Mikroskop feierte. — Um nun zu dem Baue der Blut- und Lymphgefäße zurückzukehren, so bestehen ihre Wandungen im Allgemeinen aus Fasergeflecht. Die Wände der Arterien sind sehr dick und elastisch, diejenigen der Venen und Lymphgefäße dagegen dünn und von geringer Elasticität. Bei den ersteren besteht die Gefäßhaut deutlich aus drei besonderen Schichten, von denen die mittelste fast muskulös zu nennen ist; bei den Venen und Lymphgefäßen dagegen läßt sich ein solcher Schichtenbau nicht deutlich nachweisen. Endlich sind die Arterien ununterbrochene Röhren, die Venen dagegen an gewissen Stellen mit quergestellten Klappen versehen.

Die größeren Stämme des Blut- und Lymphgefäßsystems pflegen immer von cylindrischen Fäden von weißlicher Farbe begleitet zu sein, welche sich gleich den Gefäßen wiederholt verzweigen und sich zuletzt in ganz feine, mikroskopische

Fasern auflösend, in alle Gewebe, besonders aber in die Muskeln, in die Haut und in die verschiedenen Eingeweide und Sinnwerkzeuge eindringen. Es sind die Nerven. Dieselben gehen sämmtlich vom Gehirn aus, welches das Centralorgan dieses weit verzweigten und höchst wunderbar eingerichteten Systems ist, das zur Aufgabe hat, theils die Muskeln zu veranlassen sich zusammenzuziehen, und dadurch die Bewegung der Gliedmaaßen und inneren Theile zu bewirken, theils die Tast- und Empfindungsorgane, d. h. die Haut und die Sinneswerkzeuge, zum Empfinden zu befähigen und die Empfindungen jener Organe zum Gehirn zurückzuleiten, theils die im Innern des Körpers, besonders im Darmkanal vorgehenden chemischen Prozesse, die Verdauung und Ernährung, anzuregen und zu überwachen. Man unterscheidet demgemäß Bewegungs-, Empfindungs- und sogenannte vegetative Nerven. Die Bewegungsnerven erstrecken sich vom

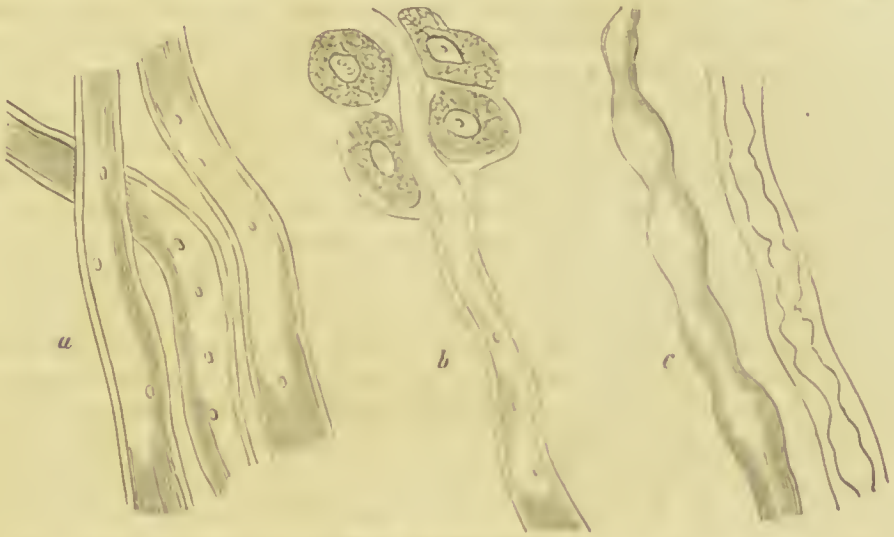


Fig. 130. Nervenfasern.

Gehirn aus nach allen Theilen des Körpers, wo Muskeln vorhanden sind, die Empfindungsnerven dagegen von allen Punkten der Oberfläche des Körpers und von den Sinneswerkzeugen (Zunge, Nase, Augen, Ohren, Geschlechtsorgane) nach dem Gehirn. Erstere kann man daher auch als vom Gehirn auslaufende, letztere als dahin zurücklaufende Nerven bezeichnen. Es muß hierbei jedoch bemerkt werden, daß kein einziger der dem unbewaffneten Auge sichtbaren Nerven für sich einen blos auslaufenden oder rücklaufenden Nerv darstellt, denn diese sogenannten Nerven, selbst die zartesten, sind keine einfachen Nerven, sondern Vereinigungen vieler Nerven, Nervenbündel, in denen sowol aus- als rücklaufende Nerven neben einander liegen. Bei der mikroskopischen Untersuchung der sichtbaren Nerven ergiebt sich nämlich, daß jeder solcher Nerv aus einer bald sehr großen, bald nur geringen Anzahl von parallel neben einander liegenden und sich durchaus nicht verbindenden, noch spaltenden Röhrchen von sehr geringem Durch-

messer, aber oft erstaunlicher Länge besteht. Diese äußerst zartwandigen Röhren oder Fasern, die wirklichen, eigentlichen Nerven, deren Durchmesser zwischen $^1/_{200}$ und $^1/_{500}$ Linie wechselt, sind im Leben mit einer vollkommen durchsichtigen Flüssigkeit erfüllt, welche nach dem Tode sofort gerinnt und dadurch ein abwechselndes Anschwellen und Zusammensinken der Röhren veranlaßt, in Folge dessen sie ein perlschnurartiges Ansehen erhalten. Fig. 139. zeigt bei a Stückchen von drei lebenden, bei c von zwei todten Nervenfasern stark vergrößert. Jede Nervenfaser erstreckt sich vom Gehirn aus ununterbrochen und ohne sich zu spalten bis zu der Stelle, bis wohin der erregende Einfluß des Gehirns geleitet werden soll, oder von der Stelle, wo eine Empfindung wahrgenommen werden soll, z. B. von der Spitze eines Fingers, einer Zehe, bis in das Gehirn. Folglich müssen die Nervenfasern oft eine, im Verhältniß zu ihrem Durchmesser wahrhaft ungeheure Länge erreichen. Alle Nervenfasern, welche einen weiten Weg zurückzulegen haben, gehen unterwegs sehr häufig aus einem Nervenbündel in ein anderes über, denn kein Nervenbündel erstreckt sich weit, ohne sich in mehrere zu spalten. Man kann die Nervenfasern füglich mit den Drähten elektrischer Telegraphen vergleichen, besonders die Bewegungs- und Empfindungsnerven. Gleich jenen Telegraphendrähten leiten sie mit Blitzesschnelle die Depeschen des Gehirns, der Centralbehörde des Willens, nach allen Theilen des Körpers hin, und überbringen dem Gehirn die an der Außenfläche des letztern oder auch im Innern empfangenen Nachrichten und Eindrücke. Und wie zwei nach ganz verschiedenen Punkten hin gehende Telegraphendrähte eine lange Zeit dicht neben einander hinlaufen können, z. B. ein von Leipzig nach Dresden und ein von Leipzig nach Berlin über Riesa führender Draht, oder der von Dresden nach Berlin und der von Leipzig nach Dresden laufende Draht sich in Riesa treffen, und dort eine Zeit lang neben einander hinlaufen, ebenso liegen in einem und demselben Nervenbündel oft nach den verschiedensten Punkten hinlaufende Bewegungs- und Empfindungsnerven neben einander. In der Regel sind jedoch die auslaufenden und die rücklaufenden Nerven in besondere Bündel vereinigt, wenigstens da, wo sie von dem Centralorgane des Nervensystems, dem Gehirn, ausgehen oder zu demselben zurückkehren, d. h. im Rückenmarke. Dieses bildet zwei vordere und zwei hintere, durch eine Lage grauer Nervensubstanz von einander getrennte Stränge. Alle Nerven der beiden vorderen Stränge und der 12 Paare von Nervenbündeln, welche aus denselben austreten, sind blos Bewegungsnerven, alle Nerven der beiden hinteren Stränge dagegen und der von ihnen ausgehenden 12 Paare (richtiger die 24 Stämme von zurücklaufenden Nerven, durch deren Vereinigung die beiden hinteren Stränge des Rückenmarks entstehen) blos Empfindungsnerven. Da die Nervenfasern so außerordentlich fein sind, viele Nervenbündel aber eine bedeutende Stärke besitzen, wie z. B. die 24 Paare von Nervenbündeln, welche aus dem Rückenmarke austreten und sämmtliche nach dem Rumpf und den Gliedern gehenden Bewegungs- und Empfindungsnerven enthalten, so muß es eine ungeheure Menge von Nervenfasern im Körper geben. In der That hat man berechnet, daß bei einem erwachsenen Menschen blos in jenen 24 Nervenpaaren

des Rückenmarks nicht weniger als 4,320,000 einzelne Nervenfasern enthalten sind, darunter 2,160,000 Empfindungsnerven, durch welche also ebenso viele Punkte der Außenfläche des Körpers und der Glieder im Gehirn repräsentirt sind. Damit die Nervenfasern eines Bündels nicht aus einander fahren, ist jedes Bündel von einer sehnigen Scheide umgeben. Ob die vom Gehirn auslaufenden Nervenfasern sich an ihrem Bestimmungsorte blind enden, oder sich dort, gleich den Capillarzweigen der Arterien, umbiegen, um einen zum Gehirn zurücklaufenden Nerv zu bilden, ist noch nicht entschieden, das Letztere jedoch sehr wahrscheinlich. Was nun das Centralorgan des gesammten Nervensystems, das Gehirn anlangt, so besteht dessen Masse keineswegs blos aus Nervenfasern, sondern theils aus solchen, theils, ja zum größern Theil, aus kleinen, unregelmäßigen, meist eckigen, oft herzförmigen Zellchen, welche deutlich mit einem hellen Kerne, der oft wieder kleinere einschließt, und einer feinkörnigen grauröthlichen Flüssigkeit erfüllt sind. Diese eigenthümlichen Zellen, von denen vier in Fig. 139. zu beiden Seiten der Nervenfaser b stark vergrößert abgebildet sind, setzen die graue, die Nervenfasern dagegen die weiße Hirnsubstanz zusammen. Man nennt die Zellen der grauen Substanz, welche $^1/_{50}$ bis $^1/_{100}$ Linie im Durchmesser halten, Belegungszellen, und die graue Substanz überhaupt Belegungsmasse, weil sich deren Zellen immer nur an und zwischen die Nervenfasern legen, ohne sich mit ihnen wirklich fest zu verbinden (s. Fig. 139. b). Die graue Nervensubstanz, die sich nicht allein im Gehirn, sondern auch in allen den sogenannten Nervenknoten (Ganglien) findet, welche besonders häufig im System der vegetativen Nerven vorkommen, gleicht deshalb gewissermaaßen den galvanischen Apparaten, mit denen die Telegraphendrähte an ihren Endpunkten, oder unterwegs an den Zwischenstationen in Berührung stehen.

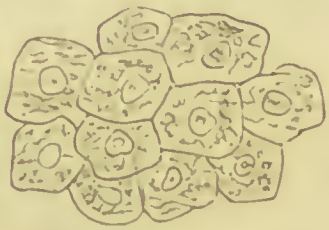


Fig. 140. Pflasterepithelium der Schleimhäute.

Es würde mich zu weit führen, wenn ich dem geehrten Leser die mikroskopische Beschaffenheit aller Gewebe des Körpers der höheren Thiere schildern wollte. Der mir verstattete Raum ist bereits ausgefüllt, und so will ich als Schluß dieser Schilderungen, welche ihm hoffentlich einige angenehme Stunden verschafft und einiges Interesse abgewonnen haben werden, blos noch eine kurze Beschreibung des Schleimhautgewebes und der Bildung des Eies, sowie der Entwickelung des Thieres in dem befruchteten Ei hinzufügen. Wir haben oben das Gewebe der den Thierkörper umkleidenden äußern Haut kennen gelernt. Einen ganz andern Bau besitzt die sogenannte Schleimhaut, d. h. die fortwährend eine schleimige Flüssigkeit aussondernde und deshalb feuchte Haut, welche viele der inneren Höhlen des Körpers, z. B. die Nasenhöhle, die Mundhöhle, die Speiseröhre, die Luftröhre und ihre Aeste, die Bronchien u. s. w., auskleidet. Diese enthält eine ungeheuere Menge kleiner Drüsen, welche ununterbrochen die schleimige Flüssigkeit aussondern; das Merkwürdigste an ihr ist aber ihre Oberhaut, das sogenannte Epithelium. Dieselbe hat eine

doppelte Gestaltung. Bald nämlich sieht sie, wenn man sie durch das Mikroskop von oben herab betrachtet, wie Straßenpflaster aus (Fig. 140.), bald wie ein wogendes, in Aehren stehendes Kornfeld. Im letztern Falle hat man ein sogenanntes Flimmerepithelium vor sich, wie sich ein solches an allen die Luftröhre, Bronchien, Fischkiemen, Nasenhöhle und die inneren Höhlungen der Geschlechtsorgane auskleidenden Schleimhäuten vorfindet. Dieses besteht nämlich aus länglichen, pallisadenartig neben einander gestellten Zellen, die an ihrer obern, freien Fläche mit Wimpern besetzt sind. Fig. 141. zeigt mehrere Formen des Flimmerepitheliums in starker Vergrößerung, nämlich bei a und b Flimmerepitheliumzellen aus der Mundschleimhaut des Frosches, bei c eine Schicht solcher Zellen aus der Luftröhre des Kaninchens, bei d aus der Luftröhre des Menschen, bei e eine einzelne Zelle aus der Luftröhre des Hundes, bei f eine dergleichen aus der Luftröhre des Menschen. An den beiden letzten Zellen, die vollkommen

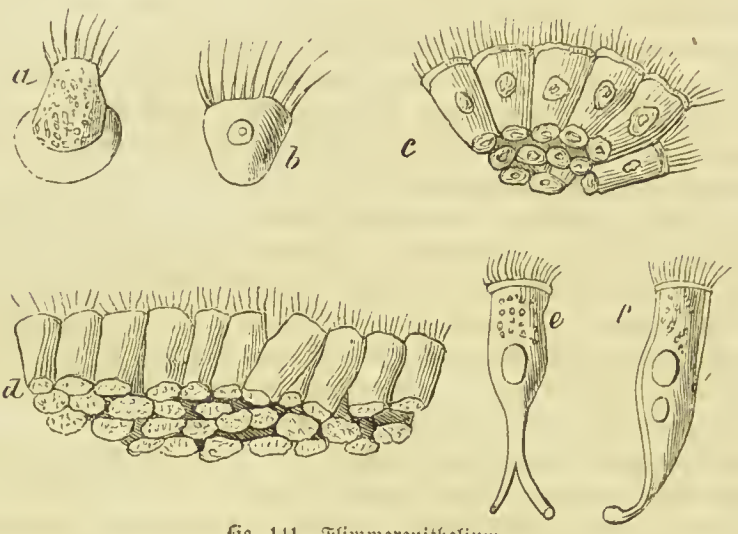


Fig. 141. Flimmerepithelium.

unversehrt dargestellt sind, sieht man, daß jede Flimmerepitheliumzelle nach unten zu in ein wurzelartiges Ende ausläuft. Alle diese unzähligen Wimpern des Flimmerepitheliums befinden sich während des Lebens ununterbrochen in einer schwankenden, rotirenden Bewegung mit vorherrschender Hinneigung nach einer Seite, gerade so, wie die Halme eines vom Winde getroffenen Kornfeldes. Und zwar macht jedes einzelne Wimperchen diese Bewegung zwei bis drei Mal in einer Secunde, wobei es die umgebende Flüssigkeit ruderartig schlägt und ebenfalls in Bewegung setzt. Diese höchst merkwürdige und noch keineswegs genügend erklärte Flimmerbewegung ist eine ganz selbstständige, von dem Nerveneinfluß völlig unabhängige, in dem Leben der einzelnen Epitheliumzellen begründete Erscheinung. Dies beweist der Umstand, daß, wenn man aus einem lebenden Thiere ein Stückchen Schleimhaut herausschneidet, die Wimpern seiner Epitheliumzellen

ihre Bewegung noch mindestens 36 Stunden, ja bisweilen 14 Tage lang ununterbrochen fortsetzen.

Das Wimperepithelium und die Flimmerbewegung führen uns direct auf die Bildung des Eies und die Entwickelungsgeschichte des jungen Thieres, denn auch dabei spielt die Flimmerbewegung eine wichtige Rolle. Das Ei der höheren Thiere, auch dasjenige des menschlichen Weibes, ist anfangs ein mikroskopisch kleines Bläschen, eine einfache Zelle, in welcher sich eine dunkle, formlose Substanz mit einem winzig kleinen hellen Bläschen befindet (Fig. 142. a). Die formlose Substanz ist die Grundlage des Dotters, das kleine Bläschen das sogenannte Keimbläschen. Sobald das Ei befruchtet, d. h. zu weiterer Ausbildung angeregt ist, was immer durch die im männlichen Zeugungsstoffe zu Millionen vorhandenen Schwärmfäden oder Samenthierchen, die denjenigen der Gefäßkryptogamen ganz ähnlich sind (s. oben S. 145), bewirkt wird, platzt und verschwindet das Keimbläschen, und die Dottermasse theilt sich in zwei Hälften, von denen jede einen besondern Kern enthält (Fig. 142. b). Jede dieser Dottermassen spaltet sich wieder in zwei Theile, und dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis die ursprünglich formlose Dottermasse in eine Menge von kleinen Kugeln, d. h. Zellen zerlegt worden ist, von denen eine jede einen selbstständigen Kern enthält (Fig. 142. c d). Bald bildet sich nun unter der dünnen Ei- oder Dotterhaut eine zweite sehr zarte Haut, die Keimhaut, aus pflasterartigen an einander gelegten Epithelzellen, und an einer Stelle dieser Haut entsteht eine körnige Masse, welche die Grundlage des Embryo ist, und der Fruchthof genannt wird. Mittlerweile vergrößert sich das Ei immer mehr, die Dotterhaut wird immer dünner, und das Ei erscheint als eine helle, von der maschenartigen Keimhaut umschlossene Blase. Bei den Säugethieren trennen sich die Eier vom Eierstocke los, und wandern durch enge Kanäle, die sogenannten Eierleiter, nach einem muskulösen Sacke, Fruchtbehälter oder Gebärmutter genannt, um daselbst weiter ausgebildet zu werden. Während dieser Wanderung verdickt sich die äußere Hülle des Eies durch Aufnahme von Eiweißstoff, und es wachsen nun aus derselben Würzelchen oder Wimpern hervor, welche theils dazu dienen, durch ihre flimmernde Bewegung das Ei vollends in den Fruchtbehälter zu schaffen, theils dazu, das Ei an einer für seine weitere Entwickelung besonders günstigen Stelle im Innern des Fruchtbehälters zu befestigen, und dasselbe dadurch in Communication mit den

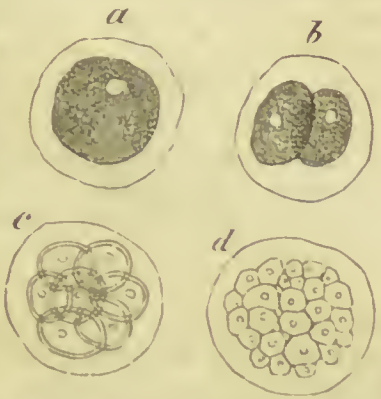


Fig. 142. Bildung des Dotters im Ei der höheren Thiere.

Fig. 143. Das Menschenei nach der Befruchtung.

Blutgefäßen und dem Blute des mütterlichen Körpers zu bringen. Das Ei saugt sich nämlich mit seinen Wimpern oder Würzelchen fest, und wird nun durch das Blut der Mutter ernährt. Wir sehen also, daß die Flimmerbewegung bei der Fortpflanzung der höheren Thiere und des Menschen in der That eine wichtige Rolle spielt. Das in den Fruchtbehälter gelangte und daselbst befestigte Menschenei hat unter dem Mikroskop, denn es ist immer noch kaum größer, als ein Stecknadelkopf, die Gestalt wie in Fig. 143. Die innere abgegrenzte körnige

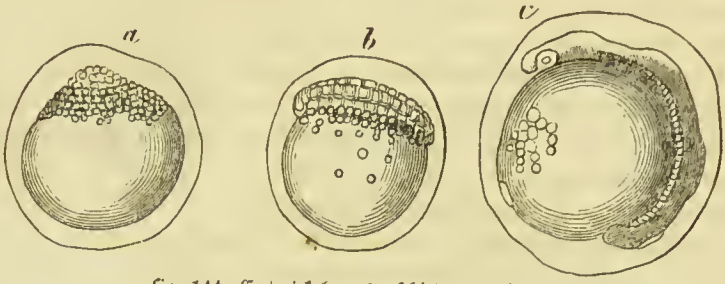


Fig. 144. Entwickelungsgeschichte des Lachses.

Kugel a ist das Dotter, b die äußere feste, mit Wimpern versehene Eihaut, c der Fruchthof oder die erste Anlage des Embryo. Die weitere Entwickelung des Embryo läßt sich am leichtesten bei den Fischen beobachten. Als Beispiel möge

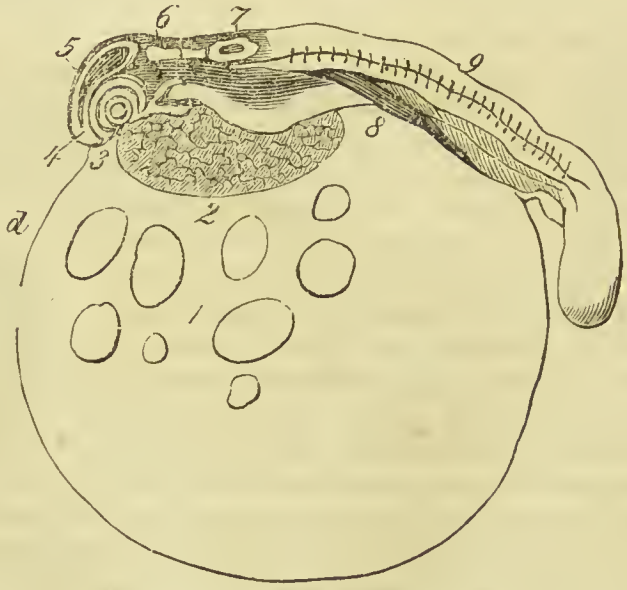


Fig. 145. Entwickelungsgeschichte des Lachses.

die Entwickelung des Embryo im befruchteten Ei des Lachses dienen. Ein solches Ei erscheint als eine kleine Kugel mit wasserheller Haut und einem hellen Dotter, an dessen Oberfläche sich eine hügelartige, aus zarten Zellen bestehende Erhebung, die Grundlage des Embryo, gebildet hat (Fig. 144. a). Bald darauf

beginnt dieser Zellenhügel sich wiederholt in zwei Theile zu scheiden, bis aus demselben eine längliche, aus vielen an einander gereihten Zellen zusammengesetzte Wulst entstanden ist (Fig. 144. b), an welcher eine der Länge nach verlaufende Fläche die erste Grundlage der Rückenwirbelsäule, eine Anschwellung an dem einen Ende die erste Grundlage des Kopfes andeutet. Nach und nach, während sich der Dotter und das Ei vergrößert, gliedert sich der Embryo mehr und mehr ab, und bildet nun einen bogenförmig über die Dottermasse gelagerten wurmartigen Körper, an welchem das Kopfende bereits sehr deutlich ausgeprägt erscheint (Fig. 144. c). Nun nimmt das Ei rasch an Größe zu, und einige Tage später kann man an dem Embryo bereits alle Haupttheile des zukünftigen Thieres unterscheiden (s. Fig. 145.), nämlich bei 2 die Anlage des Blutgefäßsystems, bei 3 das Auge, bei 4 das vordere Gehirn, bei 5 das bedeutend größere Mittelgehirn, bei 6 das kleine Gehirn, bei 7 das Herz, bei 8 die Anlage des Darmkanals, bei 9 die Rückenwirbelsäule. 1 ist der Dotter mit seinen großen Oeltropfen. In ähnlicher Weise entwickelt sich auch der Embryo der Säugethiere, und selbst derjenige des Menschen.

Schluß.

So wären wir denn am Ziele unserer Wanderung durch die Wunderwelt des mikroskopischen Lebens angelangt. Denn der Mensch bildet unleugbar das Schlußglied der unendlich langen Kette, als deren erste Glieder die einzelligen Monaden und Gährungspilze betrachtet werden müssen. Oder ist etwa die aus ihrem Zusammenhange herausgenommene Zelle des höhern Pflanzen- und Thierkörpers von jener einfachsten Form des organischen Lebens wesentlich verschieden, und das höhere Thier, die vollkommnere Pflanze etwas Anderes, als eine nach bestimmten Gesetzen erfolgte Vereinigung solcher Zellen? Diese Ansicht, zu welcher mikroskopische Untersuchungen wie überhaupt alle ernsten Forschungen auf dem Gebiete der Naturkunde unwillkürlich führen, lehrt uns alle uns umgebenden Thiere und Pflanzen als uns verwandte Wesen betrachten, lehrt uns sie alle mit gleicher Liebe umfassen, und bewahrt uns vor dem empörenden Uebermuth, in welchen der Mensch nur zu oft bei der beliebten Vorstellung verfällt, daß er der Herr der Schöpfung sei. Es ist hier weder der Ort, noch gestatten es die mir gesteckten Grenzen, diese Ansicht, welche ich als eine der edelsten Früchte ächter Humanität bezeichnen möchte, hier näher zu entwickeln. Meine geehrten Leser würden von derselben noch mehr durchdrungen werden, als es vielleicht nach Durchlesung der vorstehenden Schilderungen der Fall sein dürfte, wenn es mir möglich gewesen wäre, ihnen die ganze Kette der belebten Wesen nach ihrer stufenweise erfolgenden Vervollkommnung ihres innern Baues im Zusammenhange vorzuführen. Eine derartige Schilderung würde aber viele Bände gefüllt haben. Auch war dies nicht der Zweck dieses Buches. Die „Wunder des Mikroskops“

sollten blos das Interesse des Lesers für die Natur wecken, sollten seine Aufmerksamkeit auf „das Leben im kleinsten Raume“ lenken und ihm die Bedeutung des Instruments, dem wir die Erschließung der uns umgebenden und uns selbst durchdringenden Wunderwelt verdanken, klar machen. Sollte mir dies gelungen sein, so habe ich meine Aufgabe gelöst, so hat dieses Büchlein seinen Zweck erreicht. Wie ein ortskundiger Führer einen flüchtig reisenden Fremden blos an die schönsten Aussichtspunkte und an die malerischsten Stellen eines Gebirges leitet, oder ihm nur die merkwürdigsten und interessantesten Straßen, Gebäude und Anstalten einer großen Stadt zeigt, so mußte ich mich in den vorstehenden Schilderungen damit begnügen, dem geehrten Leser die merkwürdigsten Erscheinungen des mikroskopischen Lebens vor die Augen zu führen und ihn auf die wichtigsten Resultate der mikroskopischen Forschung aufmerksam zu machen. Aus meinen Andeutungen wird er jedoch bereits zur Genüge erkannt haben, daß das Mikroskop keineswegs blos ein zu angenehmer Unterhaltung dienendes Instrument ist, oder mikroskopische Untersuchungen blos rein wissenschaftlichen Werth haben; er wird, hoffe ich, auch zu der Ueberzeugung gekommen sein, daß das Mikroskop auch für das praktische Leben bereits Großes geleistet hat und noch Größeres zu leisten verspricht. Oder soll ich den geehrten Leser nochmals an die durchgreifende Umgestaltung erinnern, welche die Heilkunde durch die Entdeckung des Blutkreislaufs und durch die Anwendung des Mikroskops bei Krankheiten erlitten hat, da seitdem erst das Wesen mancher Krankheitserscheinungen (z. B. der Krätze) richtig erkannt und in Folge davon die zum Zwecke führende Heilmethode gefunden worden ist? Soll ich ihn auf den großen Vortheil aufmerksam machen, welchen das Mikroskop dem Kaufmann und Fabrikanten bei der Prüfung der Gewebstoffe gewährt, indem es die Möglichkeit bietet, mit einem einzigen Blicke Leinen- und Baumwollenfasern von einander zu unterscheiden? Und doch hat man das Mikroskop erst seit verhältnißmäßig kurzer Zeit für praktische Zwecke anzuwenden angefangen. Bei der bedeutenden Ermäßigung der Preise für gute Mikroskope, welche in neuester Zeit eingetreten ist, steht mit Recht zu erwarten, daß das Mikroskop binnen Kurzem in allen Branchen des praktischen Lebens zu Rathe gezogen und eine Quelle segensreicher Verbesserungen werden wird. Namentlich dürften der Ackerbau, die Gärtnerei, die Waarenkunde und die Medicin noch wichtige Aufschlüsse und Fingerzeige durch das Mikroskop zu gewärtigen haben. Sollte dieses Büchlein eine zweite Auflage erleben, so würde ich dann vielleicht bereits im Stande sein, meinen geehrten Lesern einige neue Errungenschaften der mikroskopischen Forschung auf dem Gebiete des praktischen Lebens mitzutheilen. In dieser Hoffnung nehme ich von dem freundlichen Leser Abschied, mit dem Wunsche, daß ihm „die Wunder des Mikroskops“ eine ebenso angenehme als belehrende Unterhaltung gewährt haben mögen.

WELLCOME LIBRARY

Leipzig, Druck von Giesecke & Devrient.